

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

1-503 U.S. PTO
10/026909
12/27/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-400622

出 願 人

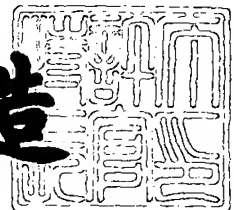
Applicant(s):

株式会社ニコン

2001年11月26日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3102897

【書類名】 特許願

【整理番号】 00-00212

【提出日】 平成12年12月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
 内

 【氏名】 西 健爾

【特許出願人】

 【識別番号】 000004112

 【氏名又は名称】 株式会社ニコン

 【代表者】 吉田 庄一郎

【代理人】

 【識別番号】 100098165

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大森 聡

 【電話番号】 044-900-8346

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 019840

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9115388

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光装置の製造方法、露光装置、及び該装置を用いたデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 露光ビームで投影系を介して物体を露光する露光装置の製造方法において、

複数の製造ラインにおいて、それぞれ本体フレームに各種機構部を装着して露光装置を組み上げるに際して、

一の製造ラインで組立調整が行われた所定の機構部を、他の製造ラインで組立調整中の露光装置の機構部として使用することを特徴とする露光装置の製造方法

【請求項 2】 前記所定の機構部は、前記物体の位置決めを行うステージ系であることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置の製造方法。

【請求項 3】 露光ビームで第 1 物体及び投影系を介して第 2 物体を露光する露光装置の製造方法において、

第 1 の製造ライン上で前記露光装置の第 1 の本体フレームを組み上げる第 1 工程と、

第 2 の製造ライン上で前記露光装置の第 2 の本体フレームを組み上げる第 2 工程と、

前記第 1 の製造ラインにおいて、前記第 1 の本体フレームの前記第 1 物体の位置決め用のステージが載置される位置に第 1 の調整用ステージを搭載して、前記第 1 の本体フレームに搭載される照明系の組立調整を行う第 3 工程と、

前記第 2 の製造ラインにおいて、前記第 2 の本体フレームを用いて前記第 1 物体及び前記第 2 物体の位置決めを行うステージ系の組立調整を行う第 4 工程と、

前記第 1 の製造ラインにおいて、前記第 1 の本体フレームから前記第 1 の調整用ステージを取り外すとともに、前記第 1 の本体フレームに前記投影系、及び前記第 2 の本体フレームから取り外された前記ステージ系を搭載して第 1 の露光装置を組み上げる第 5 工程とを有することを特徴とする露光装置の製造方法。

【請求項 4】 前記第 5 工程に続いて、前記第 2 の製造ラインにおいて、前

記第 2 の本体フレームを用いて第 2 の露光装置の組立調整を行うことを特徴とする請求項 3 記載の露光装置の製造方法。

【請求項 5】 前記第 5 工程は、

前記第 1 の本体フレームに前記投影系を搭載する第 1 副工程と、

前記第 1 の本体フレームの前記第 2 物体の位置決め用のステージが載置される位置に第 2 の調整用ステージを搭載して、前記投影系の調整を行う第 2 副工程と

、

前記第 1 の本体フレームから前記第 1 及び第 2 の調整用ステージを取り外す第 3 副工程と、

前記第 1 の本体フレームに、前記第 2 の本体フレームから取り外された前記ステージ系を搭載する第 4 副工程とを有することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の露光装置の製造方法。

【請求項 6】 前記第 1 の調整用ステージは、2 次元的に移動可能なピンホールと、該ピンホールを通過した露光ビームを光学的なフーリエ変換面で検出する光電検出器とを有し、

該調整用ステージを用いて、前記照明系のコヒーレンスファクタのばらつきを計測することを特徴とする請求項 3、4、又は 5 に記載の露光装置の製造方法。

【請求項 7】 前記露光装置は、前記 1 物体と前記第 2 物体とを所定の走査方向に同期移動して露光を行う走査露光型の露光装置であり、

前記第 1 の調整用ステージは、前記走査方向に交差する非走査方向に移動可能なピンホールと、該ピンホールを通過した露光ビームを検出する光電検出器とを有し、

該調整用ステージを用いて、前記照明系の実質的に 2 次元的な照度むらを計測することを特徴とする請求項 3、4、又は 5 に記載の露光装置の製造方法。

【請求項 8】 前記露光装置は、前記 1 物体と前記第 2 物体とを所定の走査方向に同期移動して露光を行う走査露光型の露光装置であり、

前記第 1 の調整用ステージは、前記走査方向に交差する非走査方向に移動可能なスリットと、該スリットを通過した露光ビームを検出する光電検出器とを有し、

、

該調整用ステージを用いて、前記照明系の実質的に２次元的な照度むらを計測することを特徴とする請求項３、４、又は５に記載の露光装置の製造方法。

【請求項９】 前記第１の本体フレームと前記第１の調整用ステージとの位置関係に基づいて、前記第２の本体フレームに装着されている前記ステージ系の調整を行うことを特徴とする請求項３、４、又は５に記載の露光装置の製造方法。

【請求項１０】 前記第１の本体フレームと前記第２の調整用ステージとの位置関係に基づいて、前記第２の本体フレームに装着されている前記ステージ系の調整を行うことを特徴とする請求項５に記載の露光装置の製造方法。

【請求項１１】 前記照明系の前記第１物体側の部分照明系は、前記第１の本体フレームに対してスライド可能に装着され、

前記第１の本体フレームに対する前記第１の調整用ステージの着脱時、及び前記ステージ系の装着時に、前記部分照明系を待避させることを特徴とする請求項３、４、又は５に記載の露光装置の製造方法。

【請求項１２】 露光ビームで第１物体及び投影系を介して第２物体を露光する露光装置において、

本体フレームと、

該本体フレームに対してスライド可能な部分照明系を含み、前記露光ビームで前記第１物体を照明する照明系と、

前記部分照明系が前記本体フレームに対して待避している状態で前記本体フレームに装着可能で、前記第１物体及び第２物体の位置決めを行うステージ系とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項１３】 前記ステージ系は、前記第１物体及び第２物体の位置決めをそれぞれ行う第１ステージ及び第２ステージを備え、

前記第２ステージは、前記本体フレームに対して吊り下げられるように支持され、

前記第１ステージは、前記本体フレームに対して防振部材を介して支持されることを特徴とする請求項１２に記載の露光装置。

【請求項１４】 前記本体フレームは、ベース部材と、該ベース部材に対し

て防振部材を介して載置される第 1 部材と、該第 1 部材に対して防振部材を介して載置される第 2 部材とを有し、

前記照明系の前記部分照明系は、前記第 2 部材の上部に支持され、

前記投影系は、前記第 2 部材の底部に支持されることを特徴とする請求項 1 2 又は 1 3 に記載の露光装置。

【請求項 1 5】 前記ステージ系は、前記第 1 物体及び第 2 物体の位置決めをそれぞれ行う第 1 ステージ及び第 2 ステージを備え、

前記第 1 ステージは、前記第 1 部材に対して防振部材を介して載置されることを特徴とする請求項 1 4 に記載の露光装置。

【請求項 1 6】 前記ステージ系は、前記第 1 物体及び第 2 物体の位置決めをそれぞれ行う第 1 ステージ及び第 2 ステージを備え、

前記第 1 ステージは、前記第 2 部材に対して前記部分照明系と並列に載置されることを特徴とする請求項 1 4 に記載の露光装置。

【請求項 1 7】 露光ビームで第 1 物体及び投影系を介して第 2 物体を照明する露光装置において、

ベース部材と、該ベース部材に対して防振部材を介して載置される第 1 部材とを備える本体フレームと、

前記第 1 部材に対して防振部材を介して載置されて前記投影系を保持する第 2 部材と、

前記第 1 部材に支持されて前記第 1 物体の位置決めを行う第 1 ステージと、

前記第 1 部材に対して吊り下げられるように支持されて前記第 2 物体の位置決めを行う第 2 ステージとを有し、

前記第 1 ステージ及び前記第 2 ステージはそれぞれ前記第 1 部材に対して着脱が容易な状態で支持されることを特徴とする露光装置。

【請求項 1 8】 前記第 1 ステージは、前記第 1 部材に対して防振部材を介して支持されることを特徴とする請求項 1 7 に記載の露光装置。

【請求項 1 9】 前記第 1 ステージは、前記第 2 部材に対して前記投影系と並列に支持されることを特徴とする請求項 1 7 に記載の露光装置。

【請求項 2 0】 前記第 2 部材に、前記第 2 ステージ及び前記第 2 物体の少

なくとも一方の位置を検出するためのセンサが設けられることを特徴とする請求項 1 7、1 8、又は 1 9 に記載の露光装置。

【請求項 2 1】 前記第 2 ステージは、ダブルステージ方式のステージ装置であることを特徴とする請求項 1 7 ～ 2 0 の何れか一項に記載の露光装置。

【請求項 2 2】 請求項 1 2 ～ 2 1 の何れか一項に露光装置を用いて、デバイスパターンをワークピース上に転写する工程を含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば半導体素子、撮像素子（CCD 等）、液晶表示素子、プラズマディスプレイ素子、又は薄膜磁気ヘッド等のデバイスを製造するためのリソグラフィ工程でマスクパターンを基板上に転写する際に使用される露光装置の製造方法に関する。更に本発明は、その製造方法を用いて製造される露光装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体素子等を製造するためのフォトリソグラフィ工程で、マスクとしてのレチクル（又はフォトマスク等）のパターンを基板としてのウエハ（又はガラスプレート等）上に転写するために、一括露光型（ステッパー型）又は走査露光型（ステップ・アンド・スキャン方式等）の露光装置が使用されている。これらの露光装置においては、益々微細化し、高集積化する半導体素子に対応するために、露光波長が KrF エキシマレーザの 2 4 8 n m から ArF エキシマレーザの 1 9 3 n m や F₂ レーザの 1 5 7 n m のような真空紫外域にまで短波長化している。更に、広い視野で 0. 6 5 を超える程度の開口数が必要になって来ているために、投影光学系がかなり大型化して来ている。なお、走査露光型の露光装置においては、投影光学系の視野の最も広い方向に直交する方向を走査方向とすることによって、投影光学系の大型化を実用的な範囲に抑えて、必要な大きさのショット領域への露光が可能となっている。

【0 0 0 3】

また、従来の露光装置は一般に、定盤上に箱型のコラムを設置して、そのコラムの中央部にウエハステージ系を設置した後、そのコラムに投影光学系、レチクルステージ系、及び照明光学系等の各機構部を順次積み上げるようにして組み込むことによって製造されていた。そして、各機構部を組み込む際に必要に応じて相互の位置関係等をチェックするための計測を行い、この計測結果に基づいて位置関係の調整等を行っていた。この場合、ウエハステージ系やレチクルステージ系は、その定盤が設置されている場所とは別の位置に配置された専用の調整用治具上で予め大まかな組み立てが行われていた。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

上記の如く従来の露光装置は、各機構部を順次積み上げる積み上げ方式によって製造されるとともに、ステージ系は専用の調整治具を用いて予め組み立てが行われていた。

これに関して、最近の露光装置は、露光光源や投影光学系が大型化しているとともに、スループットを高めることも求められているため、その投影光学系の稼働効率を高めるために、ウエハステージ系を2台の可動ステージを用いるダブル・ステージ方式とすることが提案されている。この方式では、一方の可動ステージ上のウエハの露光中に他方の可動ステージ上のウエハの交換やアライメントを行うことによって、スループットを高めることができる。同様に、レチクルステージ側においても、例えば2枚のレチクルを交互に使用できるように、1台の可動ステージ上に2枚のレチクルを保持できるダブル・ホルダ方式が採用されつつある。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、このようにウエハステージ系やレチクルステージ系が大型化した状態で、従来のようにステージ系を専用の調整治具を用いて組み立てるものとする、その専用の調整治具が大型化してしまい、露光装置の製造設備の設置面積が全体として広くなり過ぎるという不都合がある。更に、露光装置の種々の機種毎にそのような大型の専用の調整治具を用意するのは困難でもあるとともに、仮にそのような専用の調整治具を用意するものとする、その作業のために露光

装置の製造効率が低下するという不都合もある。

【 0 0 0 6 】

また、最近の露光装置は、露光精度（転写忠実度、重ね合わせ精度等）を向上するために、振動の影響をできるだけ軽減できる構造を採用することが求められている。特に、走査露光型の露光装置においては、露光中にレチクルとウエハとが投影光学系の倍率を速度比として走査されるため、その加減速等にも生じる振動を低減する必要がある。しかしながら、定盤上に各機構部を順次積み上げるような構造の露光装置では、ステージ系で発生する振動が相互に伝わり易いとともに、その振動が投影光学系にも伝わり易いという不都合がある。

【 0 0 0 7 】

そこで、露光装置については従来よりも振動の影響を低減できる構造の開発が行われているが、このような構造であっても、できるだけ高い製造効率で、即ち全体として短時間に各露光装置を製造できることが望ましい。

本発明は斯かる点に鑑み、専用の大型の調整治具を用いることなく、効率的に露光装置を製造できる露光装置の製造方法を提供することを第 1 の目的とする。

【 0 0 0 8 】

更に本発明は、振動の影響を低減できる構造の露光装置を効率的に製造できる露光装置の製造方法を提供することを第 2 の目的とする。

更に本発明は、そのような製造方法で製造するのに適した構造の露光装置、及びこの露光装置を用いた高精度なデバイスの製造方法を提供することをも目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明による第 1 の露光装置の製造方法は、露光ビームで投影系（P L）を介して物体（W 1）を露光する露光装置の製造方法において、複数の製造ラインにおいて、それぞれ本体フレーム（9 0 A，9 0 B）に各種機構部を装着して露光装置を組み上げるに際して、一の製造ラインで組立調整が行われた所定の機構部（9 1 B）を、他の製造ラインで組立調整中の露光装置の機構部として使用するものである。

【 0 0 1 0 】

斯かる本発明によれば、或る製造ラインの本体フレームをその所定の機構部の調整治具として使用しているため、別途大型の専用調整治具を用意する必要がなくなり、効率的に露光装置を製造できる。なお、本発明の製造ラインには、露光装置の各本体フレームが設置されるクリーンルーム内の一つの区画のような意味も含まれている。

【 0 0 1 1 】

この場合、その所定の機構部の一例は、その物体の位置決めを行うステージ系である。そのステージ系が例えばダブル・ホルダ方式、又はダブル・ステージ方式である場合には、そのステージ系が大型化するため、本発明によって専用調整治具を設ける必要がなくなると、製造設備等のコストを大きく低減できる。

次に、本発明による第2の露光装置の製造方法は、露光ビームで第1物体（R1）及び投影系（PL）を介して第2物体（W1）を露光する露光装置の製造方法において、第1の製造ライン上でその露光装置の第1の本体フレーム（90A）を組み上げる第1工程（ステップ101）と、第2の製造ライン上でその露光装置の第2の本体フレーム（90B）を組み上げる第2工程（ステップ121）と、その第1の製造ラインにおいて、その第1の本体フレームのその第1物体の位置決め用のステージが載置される位置に第1の調整用ステージ（RSTA）を搭載して、その第1の本体フレームに搭載される照明系（IL1, IL2）の組立調整を行う第3工程（ステップ102, 103）と、その第2の製造ラインにおいて、その第2の本体フレームを用いてその第1物体及びその第2物体の位置決めを行うステージ系（91B）の組立調整を行う第4工程（ステップ122～124）と、その第1の製造ラインにおいて、その第1の本体フレームからその第1の調整用ステージを取り外すとともに、その第1の本体フレームにその投影系（PL）、及びその第2の本体フレームから取り外されたそのステージ系（91B）を搭載して第1の露光装置を組み上げる第5工程（ステップ105～107）とを有するものである。

【 0 0 1 2 】

斯かる本発明によれば、第2の製造ラインで第2の本体フレーム（90B）を

用いて組み立て調整されたステージ系（91B）を第1の製造ラインの第1の本体フレーム（90A）に組み込んでいるため、そのステージ系の調整のために大型の専用調整治具を設ける必要がない。

この場合、その第5工程に続いて、その第2の製造ラインにおいて、その第2の本体フレーム（90B）を用いて第2の露光装置の組立調整を行うことが望ましい（ステップ126～129）。これによって、露光装置を連続的に製造することができる。

【0013】

また、その第5工程は、一例として、その第1の本体フレームにその投影系を搭載する第1副工程（ステップ105）と、その第1の本体フレームのその第2物体の位置決め用のステージが載置される位置に第2の調整用ステージ（WSTA）を搭載して、その投影系の調整を行う第2副工程（ステップ106）と、その第1の本体フレームからその第1及び第2の調整用ステージを取り外す第3副工程（ステップ107の前半部）と、その第1の本体フレームに、その第2の本体フレームから取り外されたそのステージ系を搭載する第4副工程（ステップ107の後半部）とを有するものである。

【0014】

このように第1及び第2の調整用ステージの着脱を行う場合には、その露光装置の構造は、所定のベース部材上に順次各機構部を積み上げる構造ではなく、本体フレームの底部に第2物体用のステージを吊り下げのように支持し、本体フレームの上部に第1物体用のステージを支持するような構造であることが望ましい。このような構造は、振動の影響を低減できる構造でもあるため、本発明によって振動の影響を低減できる構造の露光装置を効率的に製造することができる。

【0015】

この場合、その第1の調整用ステージは、一例として2次元的に移動可能なピンホール（64a）と、このピンホールを通過した露光ビームを光学的なフーリエ変換面で検出する光電検出器（68）とを有するものであり、この調整用ステージを用いて、その照明系のコヒーレンスファクタのばらつきを計測することができる。

【 0 0 1 6 】

また、その露光装置が、その第1物体とその第2物体とを所定の走査方向に同期移動して露光を行う走査露光型の露光装置である場合、その第1の調整用ステージは、一例としてその走査方向に交差する非走査方向に移動可能なピンホール（64 a）と、このピンホールを通過した露光ビームを検出する光電検出器（68）とを有し、この調整用ステージを用いて、その照明系の実質的に2次元的な照度むらを計測することができる。

【 0 0 1 7 】

また、その第1の調整用ステージは、他の例としてその走査方向に交差する非走査方向に移動可能なスリット（64 b）と、このスリットを通過した露光ビームを検出する光電検出器（71）とを有するものであり、この調整用ステージを用いて、その照明系の実質的に2次元的な照度むらを計測することができる。

また、その第1の本体フレームとその第1の調整用ステージとの位置関係に基づいて、その第2の本体フレームに装着されているそのステージ系の調整を行うことが望ましく、同様にその第1の本体フレームとその第2の調整用ステージとの位置関係に基づいて、その第2の本体フレームに装着されているそのステージ系の調整を行うことが望ましい。

【 0 0 1 8 】

また、その照明系のその第1物体側の部分照明系（I L 2）は、その第1の本体フレーム（90 A）に対してスライド可能に装着され、その第1の本体フレームに対するその第1の調整用ステージの着脱時、及びそのステージ系の装着時に、その部分照明系を待避させることが望ましい。これによって、調整用ステージの着脱やそのステージ系の搭載が容易になる。

【 0 0 1 9 】

次に、本発明の第1の露光装置は、露光ビームで第1物体（R 1）及び投影系（P L）を介して第2物体（W 1）を露光する露光装置において、本体フレーム（90 A）と、この本体フレームに対してスライド可能な部分照明系（I L 2）を含み、その露光ビームでその第1物体を照明する照明系（I L 1, I L 2）と、その部分照明系がその本体フレームに対して待避している状態でその本体フレ

ームに装着可能で、その第 1 物体及び第 2 物体の位置決めを行うステージ系（R S T，W S T）とを有するものである。

【 0 0 2 0 】

斯かる露光装置は、その部分照明系を待避させた状態で、そのステージ系の代わりに調整用ステージを容易に搭載できるため、本発明の露光装置の製造方法で製造することができる。

また、そのステージ系は、その第 1 物体及び第 2 物体の位置決めをそれぞれ行う第 1 ステージ（R S T）及び第 2 ステージ（W S T）を備え、その第 2 ステージは、その本体フレームに対して吊り下げられるように支持され、その第 1 ステージは、その本体フレームに対して防振部材（5、又は 7）を介して支持されることが望ましい。

【 0 0 2 1 】

また、その本体フレームは、一例としてベース部材（3）と、このベース部材に対して防振部材（4）を介して載置される第 1 部材（5）と、この第 1 部材に対して防振部材（6）を介して載置される第 2 部材（1 3，1 4，2 5）とを有し、その照明系のその部分照明系は、その第 2 部材の上部に支持され、その投影系は、その第 2 部材の底部に支持されるものである。

【 0 0 2 2 】

また、そのそのステージ系は、その第 1 物体及び第 2 物体の位置決めをそれぞれ行う第 1 ステージ及び第 2 ステージを備え、その第 1 ステージ（R S T）は、一例としてその第 1 部材に対して防振部材（7）を介して載置されるものである。

また、その第 1 ステージは、別の例として、その第 2 部材に対してその部分照明系と並列に載置されるものである。

【 0 0 2 3 】

次に、本発明の第 2 の露光装置は、露光ビームで第 1 物体（R 1）及び投影系（P L）を介して第 2 物体（W 1）を照明する露光装置において、ベース部材（3）と、このベース部材に対して防振部材（2 2）を介して載置される第 1 部材（5）とを備える本体フレームと、その第 1 部材に対して防振部材（6）を介し

て載置されてその投影系を保持する第 2 部材（13，14，25）と、その第 1 部材に支持されてその第 1 物体の位置決めを行う第 1 ステージ（RST）と、その第 1 部材に対して吊り下げられるように支持されてその第 2 物体の位置決めを行う第 2 ステージ（WST）とを有し、その第 1 ステージ及びその第 2 ステージはそれぞれその第 1 部材に対して着脱が容易な状態で支持されるものである。

【0024】

斯かる露光装置は、その第 2 ステージが吊り下げられるように支持され、それと上下方向にほぼ対称にその第 1 ステージが支持されるため、相互に振動の影響が伝わりにくくなり、振動の影響を低減することができる。また、それらのステージは着脱が容易であり、それらのステージの代わりに調整用ステージを容易に搭載できるため、本発明の露光装置の製造方法で製造することができる。この場合にも、その第 1 ステージ又はその第 2 ステージが、ダブル・ホルダ方式又はダブル・ステージ方式のステージであるときには、大型の専用調整治具を省略できる効果は極めて大きい。

【0025】

この場合、その第 1 ステージは、一例としてその第 1 部材に対して防振部材（7）を介して支持されるものである。これによって、第 1 ステージと第 2 ステージとの間での相互の振動の影響が更に低減される。

また、その第 1 ステージは、別の例としてその第 2 部材に対してその投影系と並列に支持されるものである。この構成でも、第 2 部材と第 1 部材との間には防振部材があるため、第 1 ステージと第 2 ステージとの間での相互の振動の影響が更に低減される。

【0026】

また、その第 2 部材に、その第 2 ステージ及びその第 2 物体の少なくとも一方の位置を検出するためのセンサ（24A）が設けられることが望ましい。このセンサの検出情報を用いて、その第 2 ステージの位置の調整を行うことができる。

また、本発明のデバイス製造方法は、本発明の何れかの露光装置を用いて、デバイスパターンをワークピース（W1）上に転写する工程を含むものである。本発明のデバイス製造方法によって、高機能のデバイスを高精度に又は低い製造コ

ストで製造することができる。

【 0 0 2 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の一例につき図 1 ～図 9 を参照して説明する。本例はステップ・アンド・スキャン方式よりなる走査露光方式の投影露光装置を製造する場合に本発明を適用したものである。

図 1 は、本例の投影露光装置を示し、この図 1 において、一例として本例の投影露光装置は半導体デバイス製造工場の床 1 上のクリーンルーム内に設置されている。まず、その投影露光装置の露光光源 1 6 として、本例では Kr F（波長 2 4 8 n m）、又は Ar F（波長 1 9 3 n m）等のエキシマレーザ光源が使用されているが、それ以外に、F₂ レーザ光源（波長 1 5 7 n m）、Kr₂ レーザ光源（波長 1 4 6 n m）、YAG レーザの高調波発生装置、半導体レーザの高調波発生装置、又は水銀ランプ等が使用できる。

【 0 0 2 8 】

露光時に露光光源 1 6 から射出された露光ビームとしての露光光 I L は、第 1 サブチャンバ 1 7 内の第 1 照明系 I L 1 に入射する。第 1 照明系 I L 1 は、ビームマッチングユニット（BMU）、ビーム整形光学系、照度分布均一化用のオプティカル・インテグレータ（ユニフォマイザ、又はホモジナイザ）、光量モニタ、可変開口絞り、及びリレーレンズ系等より構成されている。第 1 照明系 I L 1 の射出面は、被照明体としてのレチクルのパターン面（レチクル面）とほぼ共役であり、この射出面に可動視野絞り 1 9 が配置され、可動視野絞り 1 9 の入射側の近傍の面（レチクル面との共役面からデフォーカスした面）に、照明領域での照度分布を補正するための照度分布補正フィルタ 1 8 が配置されている。

【 0 0 2 9 】

前者の可動視野絞り 1 9 は、被露光基板としてのウエハの各ショット領域への走査露光の開始時及び終了時に、本来の回路パターン以外のパターンが露光されないように視野を開閉する役割を果たす。更に、可動視野絞り 1 9 は、走査露光に先立ち、転写対象の回路パターンの非走査方向に関する大きさに応じて、その視野の非走査方向の幅を変更できるようにも構成されている。このように視野の

開閉時に振動を発生する恐れのある可動視野絞り 1 9 が配置された第 1 照明系 I L 1 は、露光本体部とは別体として支持されているため、露光本体部での露光精度（重ね合わせ精度、転写忠実度等）が向上する。

【 0 0 3 0 】

可動視野絞り 1 9 を通過した露光光 I L は、露光本体部の所定のコラムに取り付けられた第 2 サブチャンバ 1 5 内の第 2 照明系 I L 2 に入射する。なお、後述のように第 2 照明系 I L 2 の射出側の一部の部材は、第 2 サブチャンバ 1 5 の外部に設置されている。第 2 照明系 I L 2 は、リレーレンズ系、光路折り曲げ用のミラー、コンデンサレンズ系、及び固定視野絞り 2 1 を含み、この第 2 照明系 I L 2 を通過した露光光 I L は、マスクとしてのレチクル R 1（又は R 2）のパターン面（レチクル面）の照明領域を照明する。本例の固定視野絞り 2 1 は、レチクル R 1、R 2 のアライメントを行うためのレチクルアライメント顕微鏡が配置されているレチクルアライメント部 2 0 の底面に固定されている。即ち、固定視野絞り 2 1 は、レチクル R 1、R 2 に近接した上面、即ちレチクル面から所定量だけデフォーカスした面に配置されている。固定視野絞り 2 1 には、レチクル面での照明領域を走査方向に直交する非走査方向に細長いスリット状の領域に規定するための開口が形成されている。なお、固定視野絞り 2 1 を、レチクル面との共役面の近傍、例えば可動視野絞り 1 9 の設置面の近傍に配置してもよい。

【 0 0 3 1 】

露光光 I L のもとで、レチクル R 1（又は R 2）の照明領域内のパターンの像は、露光用の投影系としての投影光学系 P L を介して投影倍率 β （ β は、 $1/4$ 倍又は $1/5$ 倍等）で、感光基板（被露光基板）としてのフォトリソグが塗布されたウエハ（wafer）W 1（又は W 2）上のスリット状の露光領域に投影される。この状態でレチクル R 1 及びウエハ W 1 を投影倍率 β を速度比として所定の走査方向に同期移動することで、ウエハ W 1 上の一つのショット領域にレチクル R 1 のパターン像が転写される。レチクル R 1、R 2 が本発明の第 1 物体に対応し、ウエハ W 1、W 2 が本発明の第 2 物体に対応しており、ウエハ W 1、W 2 は例えば半導体（シリコン等）又は S O I (silicon on insulator) 等の円板状の基板である。

【 0 0 3 2 】

投影光学系 P L の構成については後述するが、以下では、投影光学系 P L の光軸 A X に平行に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面（本例ではほぼ水平面に合致している）内で走査露光時のレチクル R 1 及びウエハ W 1 の走査方向 S D に直交する非走査方向（即ち、図 1 の紙面に垂直な方向）に沿って X 軸を取り、その走査方向 S D （即ち、図 1 の紙面に平行な方向）に沿って Y 軸を取って説明する。

【 0 0 3 3 】

先ず、本例のレチクル R 1, R 2 を支持するステージ系、投影光学系 P L、及びウエハ W 1, W 2 を支持するステージ系を含む露光本体部の全体の構成につき説明する。即ち、床 1 上にほぼ長方形の平板状のフレームキャスタ 2 が設置され、フレームキャスタ 2 の + Y 方向の端部に第 1 の照明系支持部 2 2 を介して、第 1 照明系 I L 1 が収納された第 1 サブチャンバ 1 7 が固定されている。また、フレームキャスタ 2 の上面周辺部のほぼ正三角形の頂点に対応する 3 箇所にそれぞれ円柱状の本体支持部 3 が設置され、3 個の本体支持部 3 の上面に能動型防振台 4 を介して本体コラム 5 が設置され、本体コラム 5 に電気式の水準器、又は光学式の傾斜角検出器等の変位センサ（不図示）が設置されている。能動型防振台 4 はそれぞれエアードンパ又は油圧式のダンパ等の大重量に耐える機械式のダンパと、ボイスコイルモータ等の電磁式のアクチュエータよりなる電磁式のダンパとを含み、一例としてその変位センサで検出される本体コラム 5 の下端部のサブコラム 5 a の上面の水平面に対する傾斜角が許容範囲内に収まるように、3 個の能動型防振台 4 中の電磁式のダンパが駆動され、必要に応じて機械式のダンパの空気圧又は油圧等が制御される。この場合、機械的なダンパによって、床からの高い周波数の振動は露光本体部に伝わる前に減衰され、残存している低い周波数の振動は電磁的なダンパによって減衰される。

【 0 0 3 4 】

本体コラム 5 の上面に、後述のレチクルステージ系 R S T を覆うための気密室としてのレチクル室 8 が設置され、このレチクル室 8 の内側に、レチクルステージ系 R S T の微動ステージ 3 2 を走査方向に一定速度で駆動すると共に、同期誤差を補正するようにも駆動するための矩形の枠状のレチクル駆動機構 9 が設置さ

れている。

【 0 0 3 5 】

また、本体コラム 5 の中間の高さの位置にサブコラム 5 b が突き出ており、サブコラム 5 b の上面にほぼ正三角形の頂点に位置する 3 個の能動型防振台 7 を介してレチクル支持部 R S が設置され、レチクル支持部 R S の上面にベース部材としてのレチクルベース 3 1 が固定され、レチクルベース 3 1 の中央部には露光光 I L を通過させるための開口が形成されている。レチクルベース 3 1 の上面は平面度の極めて良好なガイド面に加工され、このガイド面にレチクル側の可動ステージとしての微動ステージ 3 2 が、エアーベアリングを介して円滑に 2 次元的に摺動自在に載置され、微動ステージ 3 2 上に 2 枚のレチクル R 1 及び R 2 が真空吸着等によって保持されている。微動ステージ 3 2 上でレチクル R 1, R 2 は走査方向に隣接するようにダブルホルダ方式で保持されており、例えば二重露光などが効率的に実行できるように構成されている。更に、レチクルベース 3 1 の + Y 方向の端部にレチクルアライメント部 2 0 の支持部が固定され、上述のようにレチクルアライメント部 2 0 にレチクルアライメント顕微鏡、及び固定視野絞り 2 1 が取り付けられている。

【 0 0 3 6 】

能動型防振台 7 は、能動型防振台 4 と同じ構成であり（但し、耐加重性は能動型防振台 4 よりも低く設定されている）、レチクルベース 3 1 のガイド面の端部に電気式の水準器、又は光学式の傾斜角検出器等の変位センサ（不図示）が設置されている。一例としてその変位センサで検出されるそのガイド面の水平面に対する傾斜角（2 軸の回り、即ち X 軸及び Y 軸の回りの傾斜角）が許容範囲内に収まるように、3 個の能動型防振台 7 の動作が制御される。

【 0 0 3 7 】

本例の微動ステージ 3 2 の周囲を囲むように、上記のレチクル駆動機構 9 が配置されており、レチクル駆動機構 9 は、+ Y 方向、及び - Y 方向に交互に一定速度で駆動される粗動ステージと、この粗動ステージに対して微動ステージ 3 2 を所定の狭い範囲内で X 方向、Y 方向、及び回転方向に微小量駆動するアクチュエータとを備えている。また、微動ステージ 3 2 の 2 次元的な位置及び回転角、並

びにその粗動ステージの Y 方向の位置はそれぞれ不図示のレーザ干渉計によって高精度に計測され、この計測結果に基づいて微動ステージ 3 2 の位置及び速度が制御される。

【 0 0 3 8 】

本例では、レチクルベース 3 1、微動ステージ 3 2、レチクル駆動機構 9、及び不図示のレーザ干渉計等からレチクルステージ系 R S T が構成されている。本例のレチクルステージ系 R S T はダブルホルダ方式であるが、そのレチクルステージ系 R S T を 2 枚のレチクルを互いに独立の可動ステージ（シングルホルダ方式）上に載置するダブル・レチクルステージ方式としてもよく、更には 1 枚のレチクルを用いるシングルホルダ方式のシングルステージとしてもよい。

【 0 0 3 9 】

また、本体コラム 5 の下端部のサブコラム 5 a の上面に、ほぼ正三角形の頂点に位置する 3 個の能動型防振台 6 を介して中央部に U 字型の開口が形成された投影系コラム 1 3 が支持され、投影系コラム 1 3 のその開口にリング状のサブコラム 2 5 を介して、中央部にフランジ部を持つ投影光学系 P L が設置されている。能動型防振台 6 は、能動型防振台 4 と同じ構成であり（但し、耐加重性は能動型防振台 4 よりも低く設定されている）、投影系コラム 1 3 の上面に電気式の水準器、又は光学式の傾斜角検出器等の変位センサ（不図示）が設置されている。一例としてその変位センサで検出されるその投影系コラム 1 3 の上面の水平面に対する傾斜角（2 軸の回り、即ち X 軸及び Y 軸の回りの傾斜角）が許容範囲内に収まるように、3 個の能動型防振台 6 の動作が制御される。

【 0 0 4 0 】

また、投影系コラム 1 3 のサブチャンバ 1 7 側の上面に円柱状の第 2 の照明系支持部 1 4 が固定され、この照明系支持部 1 4 の上端に第 2 サブチャンバ 1 5 （第 2 照明系 I L 2 が収納されている）が支持されている。このように本例では、共通の能動型防振台 6 の上に第 2 照明系 I L 2 及び投影光学系 P L が支持されているため、投影光学系 P L の結像特性が安定に維持される。

【 0 0 4 1 】

更に、投影系コラム 1 3 の底面に 2 本のサブコラム 3 3 を介して、中央に投影

光学系 P L を通すための開口が形成された平板状のセンサーコラム 3 4 が吊り下げられるように支持され、このセンサーコラム 3 4 にオフ・アクシス方式で F I A (Field Image Alignment) 方式よりなる結像方式のアライメントセンサ 3 5 A が固定されている。アライメントセンサ 3 5 A と共に、投影光学系 P L を X 方向に挟むように別のアライメントセンサ 3 5 B (図 2 参照) が配置されている。また、センサーコラム 3 4 には、ウエハステージからの所定の光束を検出する受光部 2 4 A が設けられ、この受光部 2 4 A によって投影光学系 P L にたいするウエハステージの位置を計測できるように構成されている。更に、センサーコラム 3 4 には、露光対象のウエハの表面の投影光学系 P L の像面に対するデフォーカス量を計測するためのオートフォーカスセンサ (不図示) も設置されている。

【 0 0 4 2 】

次に、本例のウエハステージ系につき詳細に説明する。まず、本体コラム 5 の下端部のサブコラム 5 a の底面に、Y 方向に対向するように配置された 2 箇所のウエハステージ吊り下げ部 3 6 A, 3 6 B を介して、小型定盤よりなるベース部材としてのウエハベース 3 8 が吊り下げられて支持されている。ウエハベース 3 8 の上面は平面度の極めて良好なガイド面に加工され、このガイド面に第 1 のウエハステージ 4 1 A が、エアーベアリングを介して円滑に、かつ Y 軸スライダ 4 2 A、及び X 軸リニアガイド 3 9, 4 0 に沿って 2 次元的に摺動自在に載置され、ウエハステージ 4 1 A 上にウエハホルダ 4 3 A を介して第 1 のウエハ W 1 が真空吸着等によって保持されている。

【 0 0 4 3 】

ウエハステージ 4 1 A は、例えばリニアモータ方式で Y 方向に連続移動すると共に、X 方向及び Y 方向にステップ移動する。更に、ウエハステージ 4 1 A の内部にはウエハ W 1 を X 方向、Y 方向、及び Z 軸の回りの回転方向の 3 自由度で微小駆動すると共に、レベリング及びフォーカシングを行うためにウエハ W 1 を Z 方向の変位、及び 2 軸の回り (即ち、X 軸及び Y 軸の回り) の傾斜角の 3 自由度で駆動するための試料台が組み込まれている。

【 0 0 4 4 】

本例では、ウエハベース 3 8 上に第 1 のウエハステージ 4 1 A と共に第 2 のウ

エハステージ 4 1 B がエアーパーリングを介して移動自在に載置され、ウエハステージ 4 1 B 上にウエハホルダ 4 3 B を介して第 2 のウエハ W 2 が載置されている。第 2 のウエハステージ 4 1 B も例えばリニアモータ方式で、ウエハステージ 4 1 A と機械的に干渉しないように 2 次元的に駆動される。ウエハベース 3 8、ウエハステージ 4 1 A、4 1 B、ウエハホルダ 4 3 A、4 3 B、及びこれらの駆動機構より本例のダブル・ウエハステージ方式（又はツインステージ方式）のウエハステージ系 W S T が構成されている。この構成では、例えば第 1 のウエハステージ 4 1 A 側でウエハ W 1 に対する走査露光中に、第 2 のウエハステージ 4 1 B 側でウエハ W 2 の交換及びアライメントを行うことができるため、高いスループットが得られる。

【 0 0 4 5 】

ウエハステージ 4 1 A、4 1 B の 2 次元的な位置、及びヨーイング量、ピッチング量、ローリング量は不図示のレーザ干渉計によって高精度に計測され、露光中のウエハ W 1、W 2 のフォーカス位置（投影光学系 P L の光軸方向の位置）及び傾斜角は不図示のオートフォーカスセンサによって計測されており、これらの計測値に基づいてウエハステージ 4 1 A、4 1 B の位置、及びウエハ W 1、W 2 のフォーカス位置や傾斜角等が制御されている。

【 0 0 4 6 】

また、図 1 において、ウエハステージ吊り下げ部 3 6 B を介してウエハステージ系 W S T の上方に、ウエハ W 1、W 2 のプリアライメントを行うためのプリアライメント機構 3 7 が配置されている。更に、露光本体部に対して - Y 方向に近接してウエハローダ系 1 0 が配置され、この上にレチクルローダ系 1 1 が設置され、レチクルローダ系 1 1 とレチクルステージ系 R S T との間に、レチクル交換部 1 2 が配置されている。

【 0 0 4 7 】

次に、本例のダブル・ウエハステージ方式のウエハステージ系 W S T の構成につき図 2 を参照して詳細に説明する。

図 2 は、図 1 のウエハステージ系 W S T を示す平面図であり、図 2 に示すように、本例では投影光学系 P L を X 方向（非走査方向）に挟むようにウエハアライ

メント用の1対のアライメントセンサ35A及び35Bが配置されている。そして、本例のウエハステージ系WSTの2つのウエハステージ41A、41Bを走査露光時の走査方向SD（Y方向）に挟むように、X軸に平行に1対のX軸リニアガイド39、40が固定されている。X軸リニアガイド39及び40に対してそれぞれエアパッドを介してX方向に摺動自在に第1の1対のX軸スライダ44A及び45Aが載置され、X軸スライダ44A、45Aにそれぞれエアパッドを介してY方向に摺動自在に、Y方向に伸びた第1のY軸スライダ42Aが配置され、Y軸スライダ42Aに対してエアパッドを介してY方向に摺動自在に第1のウエハステージ41Aが配置されている。

【0048】

また、X軸リニアガイド39、40に対してそれぞれX軸スライダ44A及び45AをX方向に相對駆動するためのX軸リニアモータ（不図示）と、Y軸スライダ42Aに対してウエハステージ41AをY方向に相對駆動するためのY軸リニアモータ（不図示）とが設置されている。本例では、Y軸スライダ42Aは、X軸スライダ44A、45Aに対してY方向に移動できるように支持されており、Y軸スライダ42Aに対するウエハステージ41AのY方向（走査方向）への駆動は運動量保存則を満たすように行われる。これによって、走査露光中に振動が少なくなり、露光精度が向上する。この際に、ウエハステージ41AのXY平面内での位置、及び回転角を計測するために、ウエハステージ41Aの-X方向側の側面及び+Y方向側の側面にそれぞれX軸の移動鏡49XA及びY軸の移動鏡49YAが配置されている。

【0049】

更に、1対のX軸スライダ44A、45Aと並列に、X軸リニアガイド39及び40に対してそれぞれエアパッドを介してX方向に摺動自在に第2の1対のX軸スライダ44B及び45Bも載置され、X軸スライダ44B、45Bにそれぞれエアパッドを介してY方向に摺動自在に、第2のY軸スライダ42Bが配置され、Y軸スライダ42Bに対してエアパッドを介してY方向に相對移動できるように第2のウエハステージ41Bが配置されている。このウエハステージ41Bに関しても、X軸リニアガイド39、40に対してX軸スライダ44B、

4 5 B を X 方向に相対駆動するための X 軸リニアモータ（不図示）と、Y 軸スライダ 4 2 B に対してウエハステージ 4 1 B を Y 方向に相対駆動するための Y 軸リニアモータ（不図示）とが設置されている。

【 0 0 5 0 】

本例のダブル・ウエハステージ（ツインステージ）構成では、第 1 のウエハステージ 4 1 A 及び第 2 のウエハステージ 4 1 B はそれぞれ投影光学系 P L の露光領域の他に、ウエハベース 3 8 上のほぼ - X 方向側の半面、及び + X 方向側の半面を主な移動可能領域としており、一方のウエハステージの露光中に他方のウエハステージではウエハ交換やウエハアライメントが実行される。また、投影光学系 P L に対して - X 方向側のアライメントセンサ 3 5 A は、第 1 のウエハステージ 4 1 A 上のウエハ W 1 のアライメントを行う場合に使用され、+ X 方向側のアライメントセンサ 3 5 B は、第 2 のウエハステージ 4 1 B 上のウエハ W 2 のアライメントを行う場合に使用される。

【 0 0 5 1 】

そのアライメントセンサ 3 5 A のベースライン量（検出中心との露光中心との間隔）の計測を行うために、第 1 のウエハステージ 4 1 A の上面の右上の端部に、所定の基準マークが形成された基準マーク部材 4 6 A が固定されている。基準マーク部材 4 6 A には、図 1 のレチクルアライメント部 2 0 に設置されているレチクルアライメント顕微鏡を用いてレチクル R 1、R 2 のアライメントを行う際に使用される基準マークも形成されている。一方、第 2 のウエハステージ 4 1 B においては、+ X 方向側の端部及び + Y 方向側の端部にそれぞれ X 軸の移動鏡 4 9 X B 及び Y 軸の移動鏡 4 9 Y B が固定されており、ウエハステージ 4 1 B の左上の端部にアライメントセンサ 3 5 B のベースライン・チェック用、及びレチクルアライメント用の基準マーク部材 4 6 B が固定されている。即ち、それら 2 つのウエハステージ 4 1 A、4 1 B は Y 軸に平行な軸に関してほぼ対称に構成されている。また、図 2 において、X 軸リニアガイド 3 9 の手前（- Y 方向側）において、- X 方向側に第 1 のウエハステージ 4 1 A 用のウエハローダ系（不図示）が配置され、+ X 方向側に第 2 のウエハステージ 4 1 B 用のウエハローダ系（不図示）が配置されている。更に、ウエハステージ 4 1 A、4 1 B 上には、それぞ

れ発光部 2 3 A 及び 2 3 B が設置されている。発光部 2 3 A は、図 1 の受光部 2 4 A に対してウェハステージ 4 1 A の位置を示す光束を発生し、発光部 2 3 B は対応する受光部に対してウェハステージ 4 1 B の位置を示す光束を発生する。

【 0 0 5 2 】

次に、本例のウェハステージ系 W S T の計測システムの一例につき説明する。図 2 において、投影光学系 P L の光軸 A X（露光中心）と、第 1 のアライメントセンサ 3 5 A の光軸（検出中心）と、第 2 のアライメントセンサ 3 5 B の光軸（検出中心）とは X 軸に平行な直線上に配列されている。そして、光軸 A X を通り X 軸に平行な軸を対称軸とする 2 つの計測ビームが - X 方向のレーザ干渉計 5 0 X A から第 1 のウェハステージ 4 1 A の X 軸の移動鏡 4 9 A X に照射されている。その計測ビームと光軸 A X に関して対称に、2 つの計測ビームが + X 方向のレーザ干渉計 5 0 X B から第 2 のウェハステージ 4 1 B の X 軸の移動鏡 4 9 X B に照射されている。それら 2 つの計測ビームの他に、実際には Z 方向に離れた計測ビームも移動鏡 4 9 X A, 4 9 X B に照射されており、レーザ干渉計 5 0 X A, 5 0 X B はそれぞれウェハステージ 4 1 A, 4 1 B の X 方向の位置、Z 軸の回りの回転角（ヨーイング量）、及び Y 軸の回りの回転角（ローリング量）を計測する。

【 0 0 5 3 】

また、光軸 A X を通り Y 軸に平行な対称軸を持つ 2 つの計測ビームがレーザ干渉計 5 0 Y A から照射されている。その計測ビームの他に Z 方向に離れた計測ビームも含まれており、それらの計測ビームは、ウェハステージ 4 1 A の Y 軸の移動鏡 4 9 Y A、又はウェハステージ 4 1 B の Y 軸の移動鏡 4 0 Y B の何れかに照射され、レーザ干渉計 5 0 Y A によって走査露光中のウェハステージ 4 1 A（又は 4 1 B）の Y 方向の位置、Z 軸の回りの回転角（ヨーイング量）、及び X 軸の回りの回転角（ピッチング量）が計測される。また、アライメントセンサ 3 5 A, 3 5 B のそれぞれの検出中心を通り Y 軸に平行な計測ビームを有するレーザ干渉計 5 0 Y B, 5 0 Y C も設けられている。本例の場合、投影光学系 P L を用いた露光時のウェハステージ 4 1 A, 4 1 B の Y 方向の位置計測には、中央のレーザ干渉計 5 0 Y A の計測値が用いられ、アライメントセンサ 3 5 A、又は 3 5 B

の使用時のウエハステージ 4 1 A、又は 4 1 B の Y 方向の位置計測には、それぞれレーザ干渉計 5 0 Y B、又は 5 0 Y C の計測値が用いられる。レーザ干渉計 5 0 X A、5 0 X B 及び 5 0 Y A ~ 5 0 Y C の計測値の分解能は、一例として 0. 6 ~ 5 nm (0. 0 0 0 6 ~ 0. 0 0 5 μ m) 程度である。

【 0 0 5 4 】

これらのウエハステージ系 W S T 用のレーザ干渉計 5 0 X A、5 0 X B、5 0 Y A ~ 5 0 Y C は、図 1 のセンサーコラム 3 4 に固定されている。

また、例えばアライメント動作から露光動作に移行する途中、又はウエハ交換動作からアライメント動作に移行する途中などで、レーザ干渉計 5 0 X A、5 0 Y A 等からの計測ビームがウエハステージ 4 1 A、4 1 B の移動鏡 4 9 X A 等から外れて、ウエハステージ 4 1 A、4 1 B の位置計測ができなくなる恐れがある。このような場合に備えて、X 軸リニアガイド 4 0 及び Y 軸スライダ 4 2 A、4 2 B にはそれぞれ光学式、磁気式、又は静電容量式等のリニアエンコーダのスケール 5 1 及び 5 3 A、5 3 B が固定され、これらを読み取るために、X 軸スライダ 4 5 A、4 5 B 及びウエハステージ 4 1 A、4 1 B にはそれぞれ X 軸の検出器 5 2 X A、5 2 X B 及び Y 軸の検出器 5 2 Y A、5 2 Y B が取り付けられている。これらのリニアエンコーダの検出器 5 2 X A、5 2 X B 及び 5 2 Y A、5 2 Y B によってウエハステージ 4 1 A、4 1 B の全ストローク内で、ウエハステージ 4 1 A、4 1 B の X 座標及び Y 座標が例えば 1 μ m 程度の分解能で大まかに計測されている。

【 0 0 5 5 】

これに関して、例えば図 2 のウエハステージ 4 1 A において、アライメントが終了してから露光動作に移行するときには、Y 軸のレーザ干渉計 5 0 Y B がレーザ干渉計 5 0 Y A に切り換えられる。この際に Y 座標をレーザ干渉計 5 0 Y B からレーザ干渉計 5 0 Y A に実質的に高精度に受け渡すには、一例としてウエハステージ 4 1 A の Y 軸の移動鏡 4 9 Y A に 2 軸のレーザ干渉計 5 0 Y A、5 0 Y B からの計測ビームが同時に照射される状態で、レーザ干渉計 5 0 X A によって計測されるウエハステージ 4 1 A のヨーイング量を所定値に設定してから、レーザ干渉計 5 0 Y B の計測値をレーザ干渉計 5 0 Y A の計測値にプリセットすればよ

い。

【 0 0 5 6 】

また、別の方法として、例えば移動鏡 4 9 Y A の X 方向の長さが、レーザ干渉計 5 0 Y B, 5 0 Y A の計測ビームの間隔よりも狭いようなときには、アライメント時にはウエハステージ 4 1 A の基準マーク部材 4 6 A を用いてアライメントセンサ 3 5 A の検出中心を基準として Y 座標の原点を設定し、露光時にはその基準マーク部材 4 6 A 及びレチクルアライメント顕微鏡を用いて露光中心を基準として Y 座標の原点を設定するようにしてもよい。この方法において、移動鏡 4 9 Y A にレーザ干渉計 5 0 Y B, 5 0 Y A からの計測ビームが照射されない区間では、上記の Y 軸のリニアエンコーダの検出器 5 2 Y A の計測値に基づいてウエハステージ 4 1 A を駆動すればよい。

【 0 0 5 7 】

上記のように本例のウエハステージ系 W S T の計測システムは、X 軸のレーザ干渉計 5 0 X A, 5 0 X B、Y 軸のレーザ干渉計 5 0 Y A ~ 5 0 Y C、X 軸のリニアエンコーダ (5 1, 5 2 X A, 5 2 X B)、及び Y 軸のリニアエンコーダ (5 3 A, 5 3 B, 5 2 Y A, 5 2 Y B) を含んで構成されている。同様に、図 1 のレチクルステージ系 R S T の計測システムは、レチクルステージ 3 2 (微動ステージ) の X Y 平面内の 2 次元的な位置を計測するレーザ干渉計 (不図示)、及びレチクル駆動機構 9 内の粗動ステージの Y 方向の位置を計測するレーザ干渉計 (不図示) を含んで構成されており、これらのレーザ干渉計は、レチクルベース 3 1 上に固定されている。

【 0 0 5 8 】

また、本例の投影露光装置の露光光 I L が A r F エキシマレーザ (波長 1 9 3 n m) 又は F₂ レーザ (波長 1 5 7 n m) のような実質的に真空紫外域の光である場合には、通常の空気では吸収率が高くなるため、露光光源 1 6 からウエハステージ 4 1 A, 1 4 B までの露光光 I L の光路には、真空紫外光を透過する窒素、及び希ガス (ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン) 等からなる気体群から選択された 1 種類、又は複数種類のパージガスを供給する必要がある。そのために、サブチャンバ 1 7, 1 5、レチクルステージ系 R S T

を囲む空間（レチクル室 8）、投影光学系 P L の内部、及びウエハステージ系 W S T を囲む空間はそれぞれ気密化されて、その内部の気体がパージガスで置換される。

【 0 0 5 9 】

次に、本例の投影露光装置の製造方法の一例につき図 3 ～図 9 を参照して説明する。本例では、投影露光装置を本体モジュール（本体フレーム）、照明系（照明モジュール）、投影光学系 P L （レンズモジュール）、ステージモジュール、及びロードモジュールに分けて、基本的にモジュール別に組立調整を行い、所定段階で複数のモジュールの連結を行うことによって、1 台の投影露光装置を製造する。この製造は温度管理のなされたクリーンルーム内で行われる。

【 0 0 6 0 】

先ず、各モジュールの構成につき説明する。

図 3 は、本体モジュール及び照明モジュールを示し、この図 3 において、実線で表されている本体フレームとしての本体モジュール 9 0 A は、フレームキャスト 2、本体支持部 3、能動型防振台 4、6、7、本体コラム 5、投影系コラム 1 3、サブコラム 2 5、照明系支持部 1 4、レチクル支持部 R S、サブコラム 3 3、及び一方のウエハステージ吊り下げ部 3 6 A より構成されている。一方、本例の照明モジュールは、露光光源 1 6、サブチャンバ 1 7 に格納された第 1 照明系 I L 1、及びサブチャンバ 1 5 に格納された部分照明系としての第 2 照明系 I L 2 より構成されている。このとき、サブチャンバ 1 7（第 1 照明系 I L 1）は、フレームキャスト 2 上に固定された照明系支持部 2 2 に固定され、サブチャンバ 1 5（第 2 照明系 I L 2）は、投影系コラム 1 3 上に固定された照明系支持部 1 4 の上端部に固定されている。

【 0 0 6 1 】

また、サブチャンバ 1 5 の内部には Y 方向（走査方向）に平行にガイド軸 1 5 a が設けてあり、照明系支持部 1 4 に対してガイド軸 1 5 a 及びサブチャンバ 1 5（第 2 照明系 I L 2）を Y 方向にシフトできるように構成されている。更に、そのサブチャンバ 1 5 を露光時の位置に固定した状態で、例えばリミットスイッチを設けることによって、そのサブチャンバ 1 5 をその露光時の位置に例えば 0

． 1 mm程度の再現性で繰り返し位置決めできるように構成されている。本例によれば、例えばレチクルステージ系等を本体モジュール 9 0 A に装着する際には、照明系支持部 1 4 に対して 2 点鎖線で示す位置 P 1 までサブチャンバ 1 5 （第 2 照明系 I L 2 ）を待避させることによって、レチクルステージ系等の着脱作業を容易に行うことができる。そして、その着脱作業の終了後には、照明系支持部 1 4 に対してサブチャンバ 1 5 を上記のリミットスイットの位置までスライドさせるだけで、サブチャンバ 1 5 （第 2 照明系 I L 2 ）を迅速に露光時の位置に復帰させることができる。

【 0 0 6 2 】

図 4 （ B ）は本例の投影光学系 P L （レンズモジュール）を示し、この図 4 （ B ）において、投影光学系 P L は、複数（本例では 7 個）の分割鏡筒 8 1 A ， 8 1 B ， … 8 1 G を光軸方向に連結することによって構成されており、最下段の分割鏡筒 8 1 A ， 8 1 B 内にはそれぞれレンズ枠 8 3 A ， 8 3 B を介して互いに異なる複数枚のレンズ 8 4 A ， 8 4 B が収納され、同様に他の分割鏡筒 8 1 C ～ 8 1 G 内にもレンズ又は凹面鏡等が収納されている。それらのレンズの中には非球面レンズも含まれている。また、中央の分割鏡筒 8 1 D に固定用のフランジ部が設けられ、最上段の分割鏡筒 8 1 G の先端部に収差補正板が収納された収差補正部 8 2 が設けられている。更に、上部の分割鏡筒 8 1 E ～ 8 1 G には、投影光学系 P L の結像特性を補正するために所定のレンズを光軸方向、及び光軸に垂直な面に対して直交する 2 つの軸の回りの回転方向の何れかに駆動する駆動機構が組み込まれている。

【 0 0 6 3 】

また、図 4 （ B ）の A A 線に沿う断面図である図 5 に示すように、分割鏡筒 8 1 B には等角度間隔で 3 箇所に切り欠き部 8 1 B a ～ 8 1 B c 及び貫通穴が設けられ、これらの切り欠き部 8 1 B a ～ 8 1 B c にそれぞれボルト 8 5 が配置されている。それに対応してその下段の分割鏡筒 8 1 A の上面の 3 箇所にねじ穴が設けられ、隣接する分割鏡筒 8 1 A ， 8 1 B は 3 箇所のボルト 8 5 によって光軸方向に連結されている。この場合、切り欠き部 8 1 B a ～ 8 1 B c に設けられた貫通穴とボルト 8 5 の外径との遊び分によって、分割鏡筒 8 1 A ， 8 1 B 間の光軸

調整を行うことができる。同様に、その上段の隣接する分割鏡筒 8 1 B ~ 8 1 G もそれぞれ不図示のボルトによって、光軸調整を行うことができる状態で連結されている。このように切り欠き部 8 1 B a ~ 8 1 B c にボルト 8 5 を収納することによって、投影光学系 P L を全体として小型化することができる。

【 0 0 6 4 】

本例の投影光学系 P L を製造する場合には、先ず図 4 (A) に示すように、分割鏡筒 8 1 A ~ 8 1 G 毎に個別に組立が行われる。その後、矢印 A C で示すように、互いに光軸調整を行いながら分割鏡筒 8 1 A ~ 8 1 G の連結が行われる。その後、投影光学系 P L 全体として波面収差計測を行うとともに、ペッツバル和 (Petzval sum) が求められる。そして、波面収差又はペッツバル和が許容範囲を超えている場合には、矢印 A D で示すように、投影光学系 P L を再び個々の分割鏡筒 8 1 A ~ 8 1 G に分解して、波面収差不良の原因となっている分割鏡筒の再調整を行う。また、ペッツバル和が不良である場合には、その不良の原因となっているレンズの再研磨、又は交換を行う。その後、矢印 A C で示すように、分割鏡筒 8 1 A ~ 8 1 G の連結が行われ、波面収差及びペッツバル和がともに許容範囲内に収まった状態で、投影光学系 P L の組立調整が完了する。

【 0 0 6 5 】

また、本例の投影光学系 P L は、一例として屈折系より構成されているが、投影光学系 P L として、例えば国際公開 (W O) 00/39623 号に開示されているように、1 本の光軸に沿って複数の屈折レンズと、それぞれ光軸の近傍に開口を有する 2 つの凹面鏡とを配置して構成される直筒型の反射屈折系 (カタジオプトリック光学系) を用いてもよい。更に、例えば特願 2000-59268 に開示されているように、V 字型に折れ曲がった光軸を有し、内部で中間像を 2 回形成する反射屈折系、又は例えば特開 2000-47114 に開示されているように、V 字型に折れ曲がった光軸を有するが、内部で中間像を 1 回形成する反射屈折系等を投影光学系 P L として使用してもよい。

【 0 0 6 6 】

次に、図 7 は本例のステージモジュール 9 1 B を示し、この図 7 において、実線で表されているステージモジュール 9 1 B は、ダブル・ホルダ方式のレチクル

ステージ系 R S T、これを格納するレチクル室 8、ダブル・ステージ方式のウエハステージ系 W S T（レーザ干渉計を含む）、プリアライメント装置 3 7、一方のウエハステージ吊り下げ部 3 6 B、及びセンサーモジュールより構成されている。このセンサーモジュールは、サブコラム 3 3 に支持されるセンサーコラム 3 4 と、このセンサーコラム 3 4 に固定される受光部 2 4 A、アライメントセンサ 3 5 A、及び不図示のオートフォーカスセンサ等とから構成されている。

【 0 0 6 7 】

このステージモジュールの組立調整を行う際には、レチクルベース 3 1 の上面（レチクルステージ 3 2 のガイド面）、センサーコラム 3 4 のサブコラム 3 3 との接触面、及びウエハステージ 4 1 A、4 1 B の上面がそれぞれ予め定められている高さになるように調整が行われる。また、必要に応じて、このステージモジュール 9 1 B が実際に搭載される本体モジュールでの実測値に基づいて、それらの面の位置の再調整が行われる。更に、固定視野絞り 2 1 の調整を行う場合には、実際に露光光が照射されることが望ましいが、このためには、例えば図 1 の露光光源 1 と同じ波長域の照明光を発生する小型で小出力の固体レーザ（例えば Y A G レーザの高調波発生装置など）を、調整用レーザとして使用してもよい。

【 0 0 6 8 】

また、図 8 は本例のローダモジュールを示し、この図 8 において、ローダモジュール 9 2 A は、ウエハローダ系 1 0、この上に設置されるレチクルローダ系 1 1、及びレチクル交換部 1 2 より構成されている。ウエハローダ系 1 0 には、図 1 の本体モジュール中のフレームキャスタ 2 との位置関係を検出するセンサが備えられており、そのセンサによって検出される位置関係に基づいて例えばウエハの受け渡し位置を自動調整することによって、一度ローダモジュール 9 2 A を本体モジュールに組み込んだ後は、ローダモジュール 9 2 A の位置調整を行う必要がないように構成されている。

【 0 0 6 9 】

続いて図 9 のフローチャートを参照して、上記のモジュール構成の投影露光装置の製造工程につき説明する。本例では、第 1 製造ライン及び第 2 製造ラインで並列に、且つ互いに一部の機構部としてのモジュールの受け渡しを行いながら投

影露光装置を製造する。なお、その製造ラインとは、一つのクリーンルーム内で投影露光装置の組立調整を行う領域を意味しており、本例の第1製造ラインの設置されているクリーンルーム（これを「クリーンルームA」と呼ぶ。）と、第2製造ラインの設置されているクリーンルーム（これを「クリーンルームB」と呼ぶ。）とは異なっている。但し、同一のクリーンルーム内に第1製造ラインと第2製造ラインとを並列に設置してもよい。

【0070】

先ず第1製造ラインにおける製造工程につき説明すると、図9のステップ101において、図3の実線で示すように、クリーンルームAの床1A上で投影露光装置の本体モジュール90Aの組立を行う。それに続くステップ102において、その本体モジュール90Aのフレームキャスタ2上に照明系支持部22を介して第1照明系IL1が収納されているサブチャンバ17を設置し、照明系支持部14上に第2照明系IL2が収納されているサブチャンバ15を設置し、第1照明系IL1に対応して露光光源16を設置することによって、照明系（照明モジュール）の組立を行う。

【0071】

その後、ステップ103において、レチクル支持部RS上に2点鎖線で示すように、調整用ステージとしての工具レチクルステージ系RSTBを搭載する。この際に、工具レチクルステージ系の搭載を容易に行えるように、照明系支持部14に対してサブチャンバ15（第2照明系IL2）が位置P1まで待避され、工具レチクルステージ系が搭載された後に、サブチャンバ15（第2照明系IL2）は露光時の位置に戻される。本例の工具レチクルステージ系RSTBは、図1の実際の製品のレチクルステージ系RST中のレチクルベース31、及びレチクルステージ32より構成されている。更に、不図示であるが、レチクルステージ32上には、照明系による照明領域の照度分布やコヒーレンスファクタ（ σ 値）の分布を計測するための計測装置が設置されており、この計測装置で計測される照度むらやコヒーレンスファクタのばらつきが許容範囲内に収まるように照明系の調整を行う。

【0072】

これまでの工程と並行してステップ 1 0 4 において、図 4 を参照して説明したように投影光学系 P L の組立調整が行われている。そして、ステップ 1 0 5 において、照明系の組み込み及び調整が完了した本体モジュール 9 0 A に対してその投影光学系 P L の搭載が行われる。そのためには、図 3 の本体モジュール 9 0 A から取り外したサブコラム 2 5 を、組立調整が完了した投影光学系 P L に装着し、この投影光学系 P L 及びサブコラム 2 5 を投影系コラム 1 3 に搭載すればよい。このように投影光学系 P L が搭載された状態が、図 6 の実線で示されている。

【 0 0 7 3 】

次のステップ 1 0 6 において、図 6 の工具レチクルステージ系 R S T B に対してレチクルアライメント部 2 0 を介して固定視野絞り 2 1 を設置して、本体コラム 5 の底面に 2 点鎖線で示すように調整用ステージとしての工具ウエハステージ系 W S T B を搭載する。本例の工具ウエハステージ系 W S T B は、図 1 の実際の製品のウエハステージ系 W S T とほぼ同じ構造である。また、サブコラム 3 3 に対して調整用のセンサーコラム 3 4 も設置される。この状態で、テストプリント等を行いながら投影光学系 P L のディストーションや解像度等の調整が行われる。

【 0 0 7 4 】

それに続くステップ 1 0 7 において、図 6 の本体モジュール 9 0 A から工具レチクルステージ系 R S T B 及び工具ウエハステージ系 W S T B を取り外す。そして、上記の第 2 製造ラインで組立調整済み（詳細後述）のステージモジュール、即ち図 7 に実線で示すステージモジュール 9 1 B を図 6 の本体モジュール 9 0 A に搭載する。この際に、必要に応じてサブチャンバ 1 5 （第 2 照明系 I L 2 ）が照明系支持部 1 4 上で、ウエハステージ系の着脱に支障が無い位置に待避するため、その着脱を極めて短時間に行うことができる。また、並行して組立調整が行われていた図 8 に示すローダモジュール 9 2 A も本体モジュール 9 0 A に組み込まれる。その後、配線や複数の気密室の気密化等を行うことによって、図 1 の投影露光装置と同じ投影露光装置が完成する。その後のステップ 1 0 8 において、その完成された投影露光装置は製品 A としてクリーンルーム A から搬出される。

【 0 0 7 5 】

それに続くステップ109において、そのクリーンルームAでは再び図3の本体モジュール90Aの組立が行われる。その後のステップ110では、その本体モジュール90Aを調整用治具として、図1のレチクルステージ系RST、センサーコラム34及びこれに装着される各種センサ（センサーコラムユニット）、並びにウエハステージ系WSTよりなるステージモジュールの組立調整が行われる。このステージモジュールは、その後のステップ111で取り外されて後述のように第2製造ラインの本体モジュールに搭載される。そして、ステージモジュールの取り外された本体モジュール90Aは、ステップ102に移行して照明系の組立が行われ、以下ステップ103～108が繰り返されて次の製品が完成されて搬出される。

【0076】

次に第2製造ラインにおける製造工程につき説明すると、図9のステップ121において、図7の2点鎖線で示すように、クリーンルームBの床1B上で投影露光装置の本体モジュール90Bの組立を行う。それに続くステップ122において、その本体モジュール90Bを調整用治具として、図7に実線で示すように、レチクルステージ系RSTの組立及び調整を行う。更にステップ123において、本体モジュール90Aのサブコラム33にセンサーコラム34を設置し、センサーコラム34に受光部24A、アライメントセンサ35A、及びレーザ干渉計（不図示）等を搭載することによってセンサーコラムユニットの組立及び調整を行う。そして、ステップ124において、本体モジュール90Aのウエハステージ吊り下げ部36A、及び新たに用意したウエハステージ吊り下げ部36Bを介して本体コラム5に吊り下げるように、ウエハステージ系WSTの組立及び調整を行う。これによって、ステージモジュール91Bが完成する。それに続くステップ125において、図7の本体モジュール90Bから組立調整済みのステージモジュール91Bを取り外す。取り外されたステージモジュール91Bは、既に説明したように第1製造ラインのステップ107で、図6の本体モジュール90Aに搭載される。

【0077】

ステップ125でステージモジュール91Bの取り外された本体モジュール9

0 Bに対しては、ステップ126において、ステップ102及び103と同様にして、工具レチクルステージ系を用いて照明系の組立及び調整が行われる。そして、これと並行してステップ127にて投影光学系PLの組立調整が行われており、ステップ128において、ステップ105及び106と同様にして、工具ウエハステージ系を用いて投影光学系PLの本体モジュール90Bに対する搭載及び調整が行われる。

【0078】

それに続くステップ129において、図7の本体モジュール90Bから工具レチクルステージ系及び工具ウエハステージ系を取り外して、上記の第1製造ラインのステップ110で組立調整済みのステージモジュールを本体モジュール90Bに搭載して、配線や複数の気密室の気密化等を行うことによって、図1の投影露光装置と同じ投影露光装置が完成する。その後のステップ130において、その完成された投影露光装置は製品BとしてクリーンルームBから搬出される。その後は再びステップ121～130が繰り返され、次の製品が完成されて搬出される。

【0079】

本例の製造方法は、同一機種の露光装置を2台以上製造する場合に適用できるため、通常の殆どの露光装置を製造する場合に適用することができる。本例によれば、第1製造ラインで本体モジュール90Aに搭載されるステージモジュール91Bは、第2製造ラインで別の本体モジュール90Bを調整用治具として組立及び調整が行われているため、ステージモジュール91B用に専用の調整治具を用意する必要がなくなり、投影露光装置の製造工場の必要面積を狭くすることができるとともに、製造コストを低減することができる。特に、本例のようにステージモジュール91Bがダブル・ホルダ方式又はダブル・ステージ方式の大型のステージ系を有する場合には、仮に専用の調整治具を用意するとすると、そのステージ系以上の大型の調整治具が必要となるため、本例のように製品の一部である本体モジュール90Bを調整治具として使用方法の効果は極めて大きい。

【0080】

また、本例では最初にステージモジュール91Bの調整治具として使用された

本体モジュール 9 0 B も最終的に製品となるため、無駄が無いという利点がある。

また、本例の投影露光装置は、本体コラム 5 の底面にウエハステージ系 W S T を吊り下げるように支持し、それと上下方向にほぼ対称にレチクルステージ系 R S T を支持しており、本体コラム 5 に対して能動型防振台 6 を介して投影光学系 P L を支持しているため、走査露光時の振動等が互いに他の部材に伝わりにくくなり、振動の影響を大きく低減できる利点がある。また、このような構造では、レチクルステージ系 R S T 及びウエハステージ系 W S T の着脱が従来の積み上げ方式の構造と比べて容易であるため、本例のように所定のモジュールの調整を行うために工具レチクルステージ系や工具ウエハステージ系を用いたり、更には別の本体モジュールを用いて組立調整したステージモジュールを利用するという手法を適用し易いという利点もある。

【 0 0 8 1 】

なお、上記の実施の形態では、2つの製造ラインを設けているが、更に第3の製造ライン（例えば第3のクリーンルーム内に配置される）を用意して、この第3の製造ラインにおいて、図9のステップ109～111のステージモジュールの組立作業を行うようにしてもよい。

また、図1の投影露光装置では、投影系コラム13上の照明系支持部14上に第2照明系 I L 2 が収納されたサブチャンバ15を支持しているが、本例では固定視野絞り21がレチクルベース31上に設置されているため、その第2照明系 I L 2 及びサブチャンバ15は、例えばフレームキャスタ2上で第1照明系 I L 1 （サブチャンバ17）を支持している照明系支持部22によって支持するようにしてもよい。

【 0 0 8 2 】

また、図1の投影露光装置では、本体コラム5のサブコラム5bに防振部材7を介してレチクル支持部 R S を支持し、このレチクル支持部 R S にレチクルステージ系 R S T を支持している。その他の構成として、投影光学系 P L を支持するサブコラム25上にレチクル支持部 R S を固定し、このレチクル支持部 R S によってレチクルステージ系 R S T を支持するようにしてもよい。

【 0 0 8 3 】

次に、本発明の実施の形態の他の例につき図 1 0 ～図 1 2 を参照して説明する。本例は、図 9 のステップ 1 0 3 及び 1 0 6 でそれぞれ使用される工具レチクルステージ系及び工具ウエハステージ系として、より簡略化されたステージ系を使用するものであり、図 1 0 において、図 1 及び図 3 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

【 0 0 8 4 】

図 1 0 は、第 1 製造ラインの床 1 A 上で本例の投影露光装置を製造する工程中で、本体モジュール 9 0 A に照明系、投影光学系 P L、工具レチクルステージ系 R S T A、及び工具ウエハステージ系 W S T A を搭載した状態を示し、この図 1 0 において、第 1 の調整用ステージとしての工具レチクルステージ系 R S T A は、レチクル支持部 R S 上に載置されるベース部材 3 1 A と、このベース部材 3 1 A 上に 2 次元的に移動自在に載置される可動ステージ 3 2 A と、この可動ステージ 3 2 A を X 方向、Y 方向に駆動する例えばリニアモータ又はステッピングモータ方式の駆動装置 6 1 と、可動ステージ 3 2 A 上に固定される照明系計測装置 6 3 と、可動ステージ 3 2 A 上に載置されるダミーレチクル R A と、ベース部材 3 1 A 上に固定される支持部 2 0 A と、支持部 2 0 A に固定される固定視野絞り 2 1 A とを備えている。本例のベース部材 3 1 A は、図 1 のレチクルベース 3 1 よりも小型であり、レチクルステージ系 R S T はダブル・ホルダ方式であるのに対して、工具レチクルステージ系 R S T A は、シングル・ホルダ方式のシングル・ステージであるため、工具レチクルステージ系 R S T A は、全体としてレチクルステージ系 R S T よりも大幅に小型で、かつ軽量化されている。本例の照明系計測装置 6 3 は、照明系の照度分布のむら、コヒーレンスファクタのばらつき、及びテレセントリシティを計測することができる。

【 0 0 8 5 】

また、図 1 0 において、第 2 の調整用ステージとしての工具ウエハステージ系 W S T A は、本体モジュール 9 0 A のサブコラム 3 3 に支持されるコラム 3 4 A と、このコラム 3 4 A に対して吊り下げ部 3 6 C、3 6 D を介して吊り下げるように支持されるベース部材 3 8 A と、このベース部材 3 8 A 上に 2 次元的に移動

自在に載置されて上面にウエハが載置される可動ステージ 4 1 C と、この可動ステージ 4 1 C を X 方向に駆動するための X 軸リニアガイド 3 9 A, 4 0 A と、可動ステージ 4 1 C を Y 方向に駆動するための Y 軸スライダ 4 2 C と、不図示のリニアモータ等の駆動装置とを備えている。この場合、ベース部材 3 8 A は、図 1 のウエハベース 3 8 よりもかなり小型であり、可動ステージ 4 1 C の可動範囲も図 1 のウエハステージ 4 1 A, 4 1 B に比べるとかなり狭く設定されている。更に、ウエハステージ系 W S T はダブル・ステージ方式であるのに対して、工具ウエハステージ系 W S T A は、シングル・ホルダ方式のシングル・ステージであるため、工具ウエハステージ系 W S T A は、全体としてウエハステージ系 W S T よりも大幅に小型で、かつ軽量化されている。

【 0 0 8 6 】

次に、図 1 0 中の照明系計測装置 6 3 の構成例につき説明する。

図 1 1 (A) は、照明系計測装置 6 3 の一例を示す平面図、図 1 1 (B) はその正面から見た断面図であり、図 1 1 (A), (B) に示すように、照明系計測装置 6 3 の箱状の本体部の上面の開口を覆うように露光光を透過するガラス基板 6 4 が設置され、ガラス基板 6 4 の下面に遮光膜を背景としてピンホール 6 4 a 及び走査方向 S D (Y 方向) に細長いスリット 6 4 b が形成されている。スリット 6 4 b の長さは、露光光の照明領域 2 6 R よりも長く設定されており、スリット 6 4 b の底面にはスリット 6 4 b を通過した露光光を受光する光電検出器 6 6 が配置されている。また、ピンホール 6 4 a の底面には集光レンズ 6 7 が配置され、集光レンズ 6 7 による光学的なフーリエ変換面（瞳面）に C C D 等の 2 次元の撮像素子 6 8 の受光面が配置され、撮像素子 6 8 及び光電検出器 6 6 の検出信号が信号処理装置 6 9 に供給されている。

【 0 0 8 7 】

また、照明系計測装置 6 3 の本体部の上面のガラス基板 6 4 に隣接する開口を覆うように、照明領域 2 6 R とほぼ同じ大きさの領域内に複数の特性評価用の 2 次元のパターン 6 6 A ~ 6 6 E が形成された露光光を透過する基準板 6 5 が設置されており、基準板 6 5 の底面は露光光が透過するように開口となっている。この基準板 6 5 の特性評価用のパターン 6 6 A ~ 6 6 E の像を投影光学系 P L を介

してウェハステージ系側に投影し、その像の位置を計測することによって、投影光学系 P L のディストーションや倍率誤差等を評価することができる。

【 0 0 8 8 】

また、図 1 1 の照明系計測装置 6 3 を用いて照明領域 2 6 R の非走査方向（X 方向）の照度むらを計測する場合には、露光光の照明領域 2 6 R をスリット 6 4 b が Y 方向に覆うように照明系計測装置 6 3 を位置決めした後、駆動装置 6 1 を用いて矢印 A で示すように照明系計測装置 6 3 を X 方向（非走査方向）に移動させて、光電検出器 6 6 の検出信号をモニタすればよい。この方法では、照明領域 2 6 R 中の走査方向の照度むらは計測できないが、走査露光方式では、走査方向の照度むらは積分効果で平均化されるため、ここでは計測していない。

【 0 0 8 9 】

一方、照明領域 2 6 R 中のコヒーレンスファクタ（ σ 値）のばらつきを計測する場合、ピンホール 6 4 a で照明領域 2 6 R を X 方向、Y 方向に走査するように照明系計測装置 6 3 を駆動して、各計測点毎に撮像素子 6 8 上での入射光の中心点（光量の重心点）、及びその入射光の広がり大きさをモニタする。この際、その入射光の広がり大きさが各計測点での σ 値に対応する。また、その入射光の中心点が入射光の入射角に対応するため、各計測点での入射光の中心点をモニタすることで、照明系のテレセントリシティも計測することができる。更に、その光量の積分値より走査方向の照度むらも計測できる。

【 0 0 9 0 】

なお、照明系計測装置 6 3 としては、図 1 2 のような構成も用いることができる。図 1 2（A）は、照明系計測装置 6 3 の他の例の要部であるガラス基板 6 4 A を示す平面図、図 1 2（B）はその側面図、図 1 2（C）はその正面図であり、この図 1 2（A）～（C）に示すように、ガラス基板 6 4 A の下面に遮光膜を背景としてピンホール 6 4 a 及び走査方向 S D（Y 方向）に細長いスリット 6 4 b が非走査方向に並べて形成されている。そして、ピンホール 6 4 a の底面には集光レンズ 6 7、及び 2 次元の撮像素子 6 8（この受光面は瞳面に位置している）が配置され、スリット 6 4 b の底面には X 方向に屈折力を持つシリンドリカルレンズ 7 0 が配置され、このシリンドリカルレンズ 7 0 の光学的なフーリエ変換

面（瞳面）にＣＣＤ等の２次元の撮像素子７１の受光面が配置されている。

【 0 0 9 1 】

この例では、図１２（Ａ）に示すように、スリット６４ｂで照明領域２６Ｒを覆うようにして、矢印Ａで示すようにガラス基板６４Ａ及び検出系を非走査方向（Ｘ方向）に移動して、各計測点で撮像素子７１に対する入射光の光量分布のＸ方向の幅のばらつきをモニタすることによって、照明領域２６Ｒ内での非走査方向のコヒーレンスファクタのむらを計測することができる。なお、照明領域２６Ｒの走査方向の幅は狭く、照明領域２６Ｒ内でのコヒーレンスファクタの走査方向のばらつきは小さいため、この例ではコヒーレンスファクタの走査方向のばらつきは計測していない。

【 0 0 9 2 】

更に、ピンホール６４ａを照明領域２６Ｒの走査方向の中央に設置した状態で、ガラス基板６４Ａ及び検出系を非走査方向に移動して、各計測点で撮像素子６８に対する入射光の光量分布のＸ方向、Ｙ方向の中心位置をモニタすることによって、照明領域２６Ｒ中でのテレセントリシティをほぼ正確に計測することができる。

【 0 0 9 3 】

なお、上記の実施の形態の投影露光装置を用いてウエハ上に半導体デバイスを製造する場合、この半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、このステップに基づいたレチクルを製造するステップ、シリコン材料からウエハを製作するステップ、上記の実施の形態の投影露光装置によりアライメントを行ってレチクルのパターンをウエハに露光するステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。

【 0 0 9 4 】

なお、本発明の露光装置の用途としては半導体デバイス製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに形成される液晶表示素子、若しくはプラズマディスプレイ等のディスプレイ装置用の露光装置や、撮像素子（ＣＣＤ等）、マイクロマシン、薄膜磁気ヘッド、又はＤＮＡチップ等の各種デ

バイスを製造するための露光装置にも広く適用できる。更に、本発明は、各種デバイスのマスクパターンが形成されたマスク（フォトマスク、レチクル等）をフォトリソグラフィ工程を用いて製造する際の、露光工程（露光装置）にも適用することができる。

【 0 0 9 5 】

また、本発明は、ステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光方式の投影露光装置のみならず、ステップ・アンド・リピート方式（一括露光方式）の投影露光装置、更には投影光学系を使用しないプロキシミティ方式等の露光装置にも適用することができる。

これらの場合、ウエハステージ系やレチクルステージ系にリニアモータを用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型、又は磁気浮上型等の何れの方式で可動ステージを保持してもよい。

【 0 0 9 6 】

また、可動ステージは、ガイドに沿って移動するタイプでもよいし、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

また、ウエハステージ、又はレチクルステージのステップ移動時や走査露光時等の加減速時に発生する反力は、それぞれ例えば米国特許(USP) 第5,528,118 号、又は米国特許(USP) 第6,020,710 号（特開平 8 - 3 3 0 2 2 号公報）に開示されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。

【 0 0 9 7 】

このように本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【 0 0 9 8 】

【発明の効果】

本発明によれば、他の製造ラインで組立が行われた機構部を用いることによって、専用の大型の調整治具を用いることなく、効率的に露光装置を製造することができる。

また、振動の影響を軽減するために例えば第 2 物体用のステージを吊り下げるように支持した場合には、第 1 物体及び第 2 物体用のステージの着脱が比較的容

易になるため、本発明の製造方法の適用が容易になり、露光装置を効率的に製造することができる。

【 0 0 9 9 】

また、本発明のデバイスの製造方法によれば、高機能のデバイスを低い製造コストで量産できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態の一例の投影露光装置を示す一部を切り欠いた構成図である。

【図 2】 図 1 のウェハステージ系を示す平面図である。

【図 3】 第 1 の製造ラインで製造中の投影露光装置の本体モジュール 9 0 A 及び照明系を示す一部を切り欠いた構成図である。

【図 4】 図 1 中の投影光学系 P L の構造及び製造方法を示す図である。

【図 5】 図 4 の A A 線に沿う断面図である。

【図 6】 第 1 の製造ラインで製造中の投影露光装置の本体モジュール 9 0 A、照明系、及び投影光学系 P L を示す一部を切り欠いた構成図である。

【図 7】 第 1 の製造ラインで製造中の投影露光装置のステージモジュール 9 1 B を示す一部を切り欠いた構成図である。

【図 8】 図 1 中のローダモジュール 9 2 A を示す図である。

【図 9】 その実施の形態の投影露光装置の製造シーケンスの一例を示すフローチャートである。

【図 1 0】 本発明の実施の形態の他の例において、投影露光装置の本体モジュール 9 0 A に工具レチクルステージ系 R S T A、及び工具ウェハステージ系 W S T A を搭載した状態を示す一部を切り欠いた構成図である。

【図 1 1】 (A) は図 1 0 の照明系計測装置 6 3 の一例を示す平面図、(B) は図 1 1 (A) の正面から見た断面図である。

【図 1 2】 (A) は図 1 0 の照明系計測装置 6 3 の他の例の要部を示す平面図、(B) は図 1 2 (A) の側面図、(C) は図 1 2 (A) の正面図である。

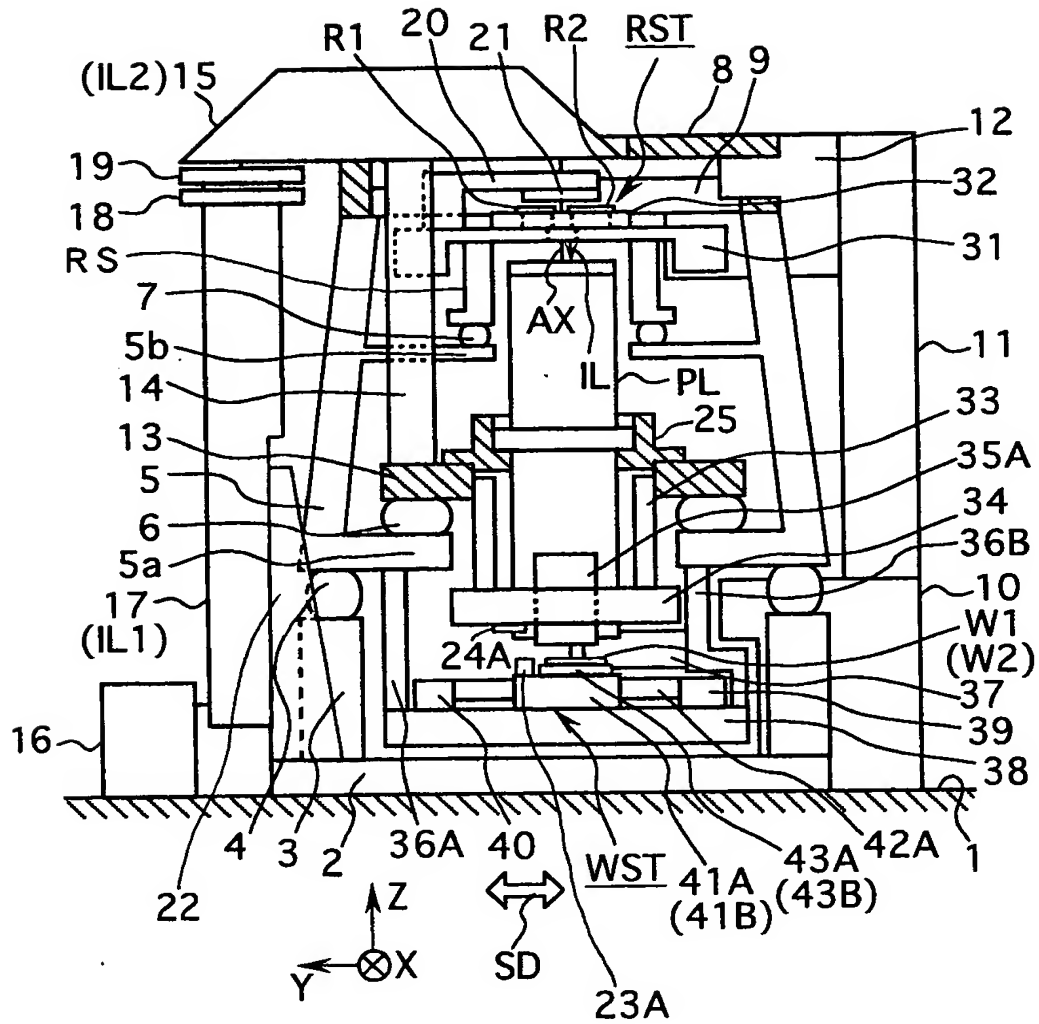
【符号の説明】

2 … フレームキャスタ、 3 … 本体支持部、 4, 6, 7 … 能動型防振台、 5 … 本

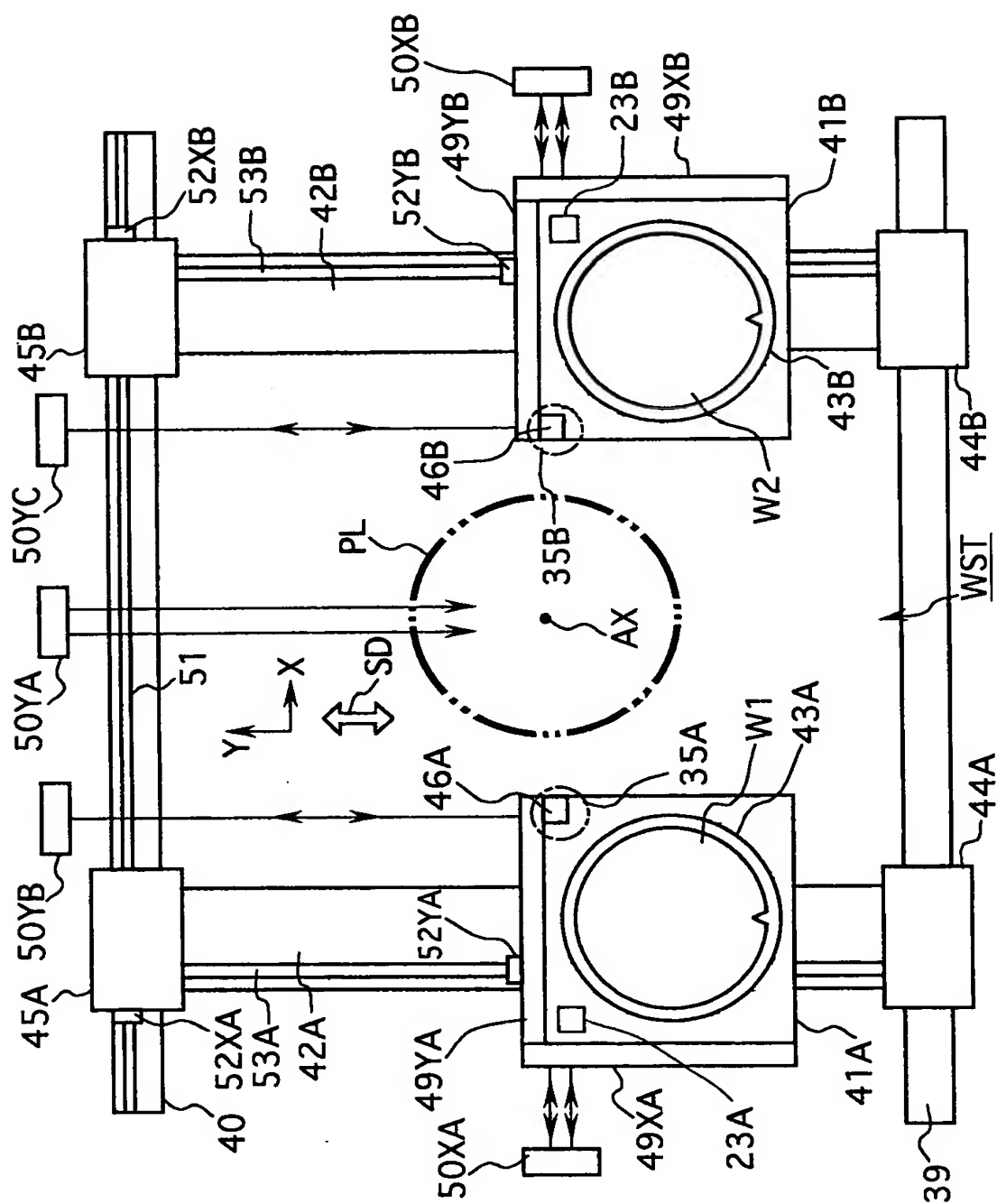
体コラム、13…投影系コラム、14, 22…照明系支持部、15, 17…サブチャンバ、16…露光光源、IL1…第1照明系、IL2…第2照明系、21…固定視野絞り、RST…レチクルステージ系、R1, R2…レチクル、PL…投影光学系、WST…ウエハステージ系、W1, W2…ウエハ、34…センサーコラム、90A, 90B…本体モジュール、91B…ステージモジュール、RSTA, RSTB…工具レチクルステージ系、WSTA, WSTB…工具ウエハステージ系

【書類名】 図面

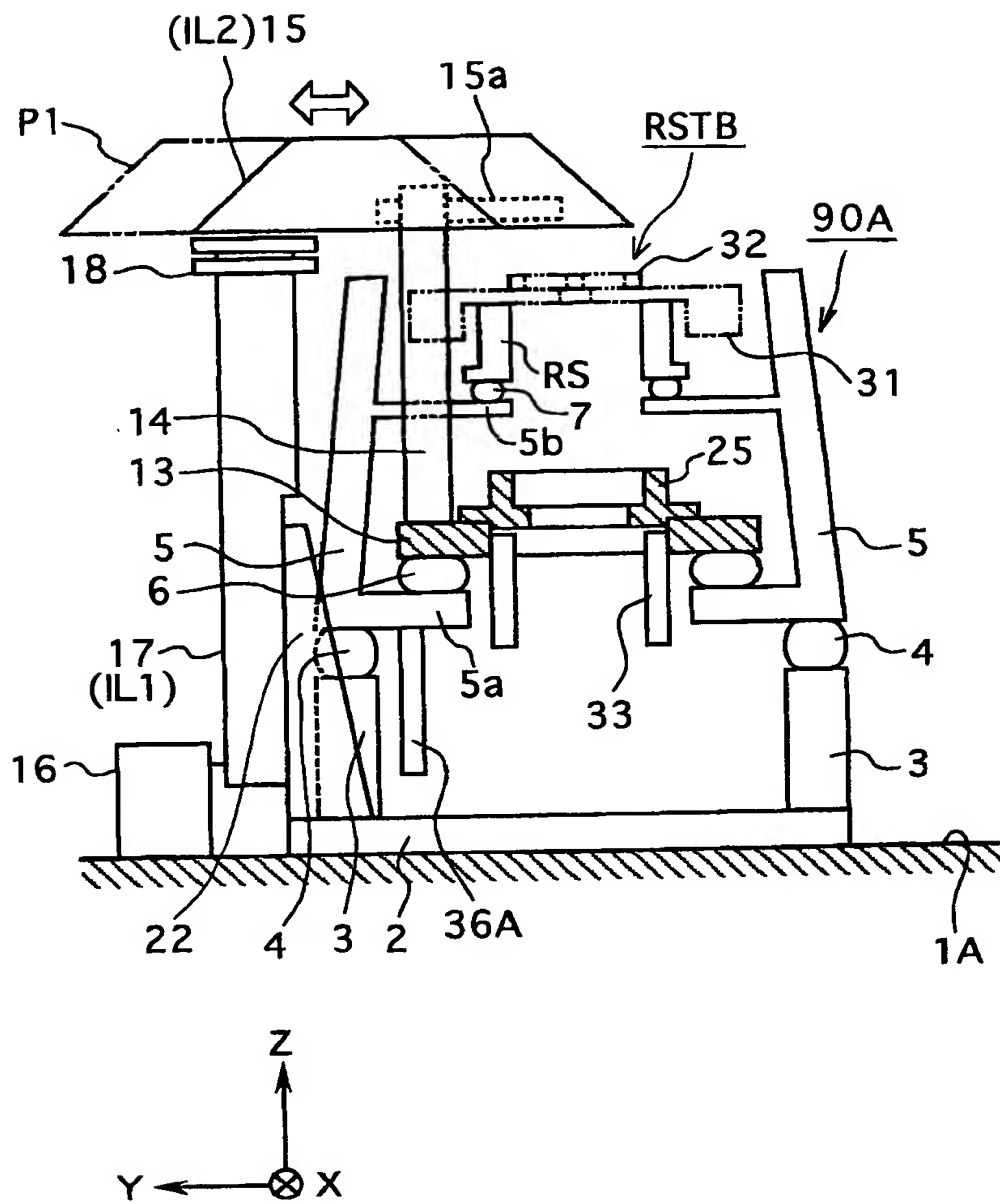
【図 1】



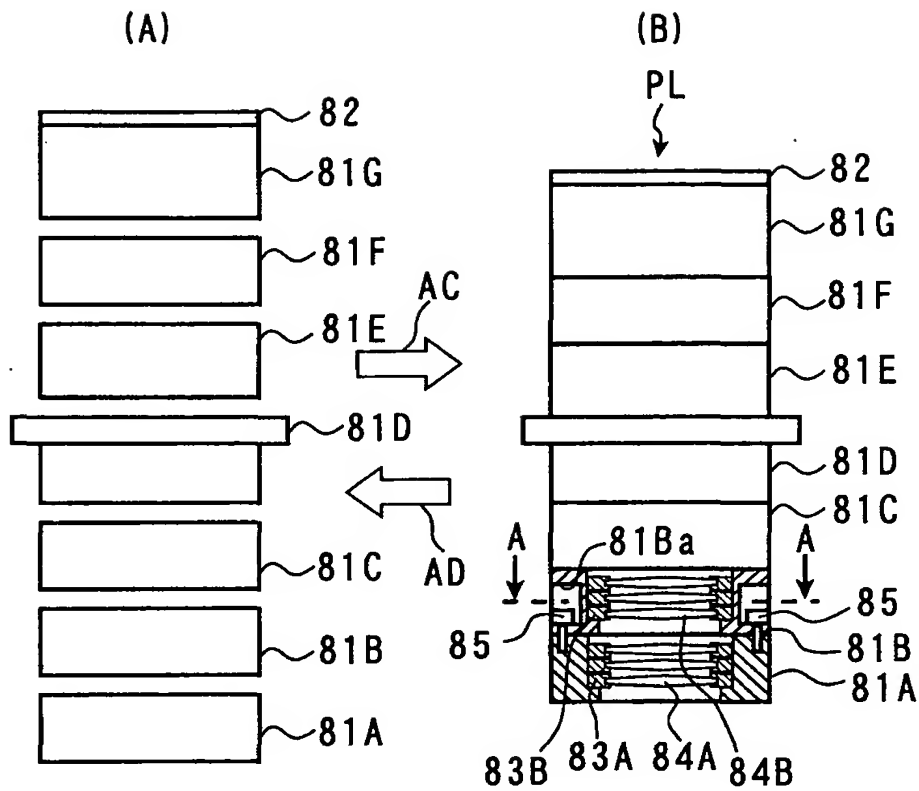
【図 2】



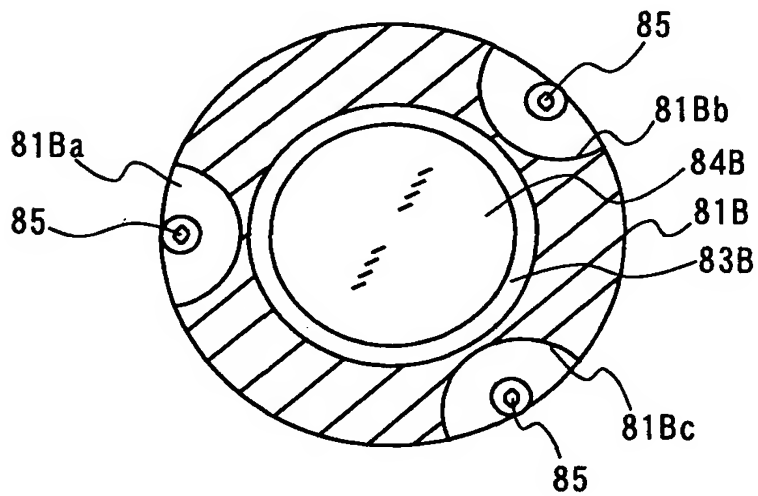
【図 3】



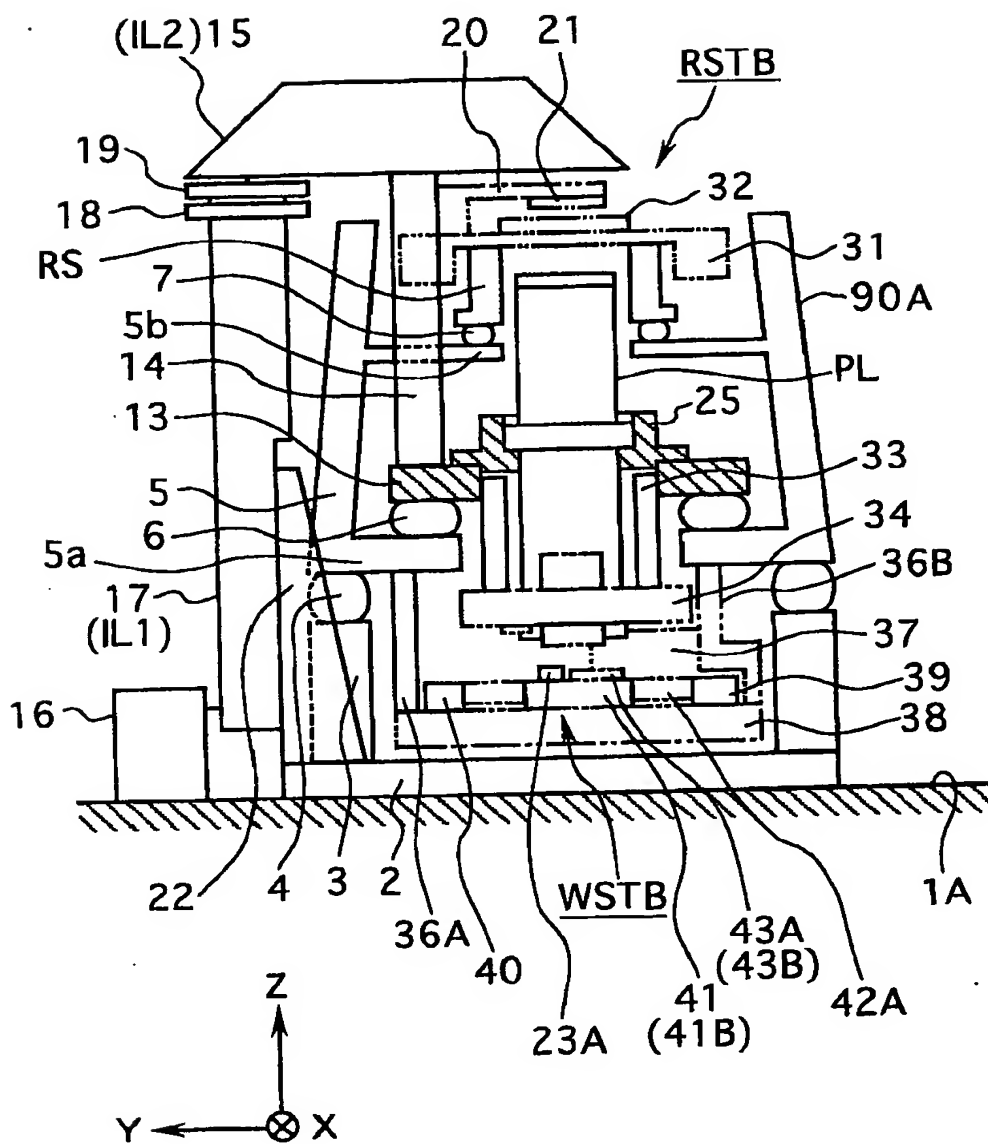
【図 4】



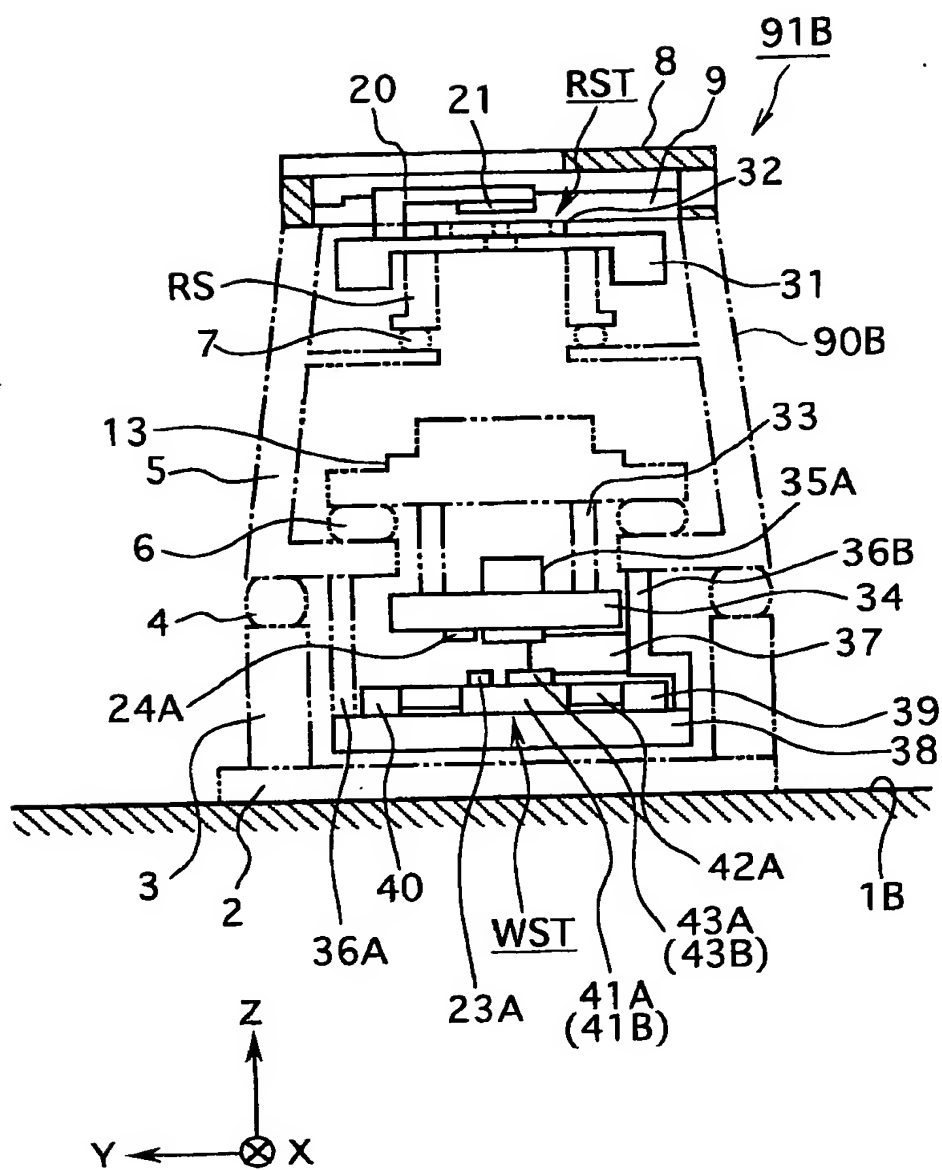
【図 5】



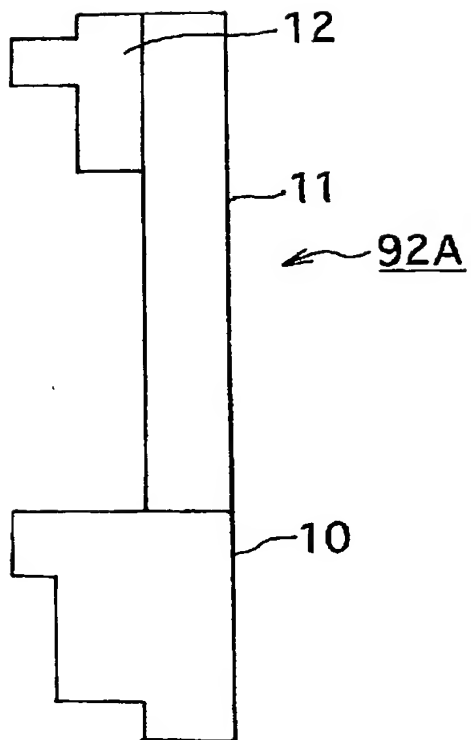
【図6】



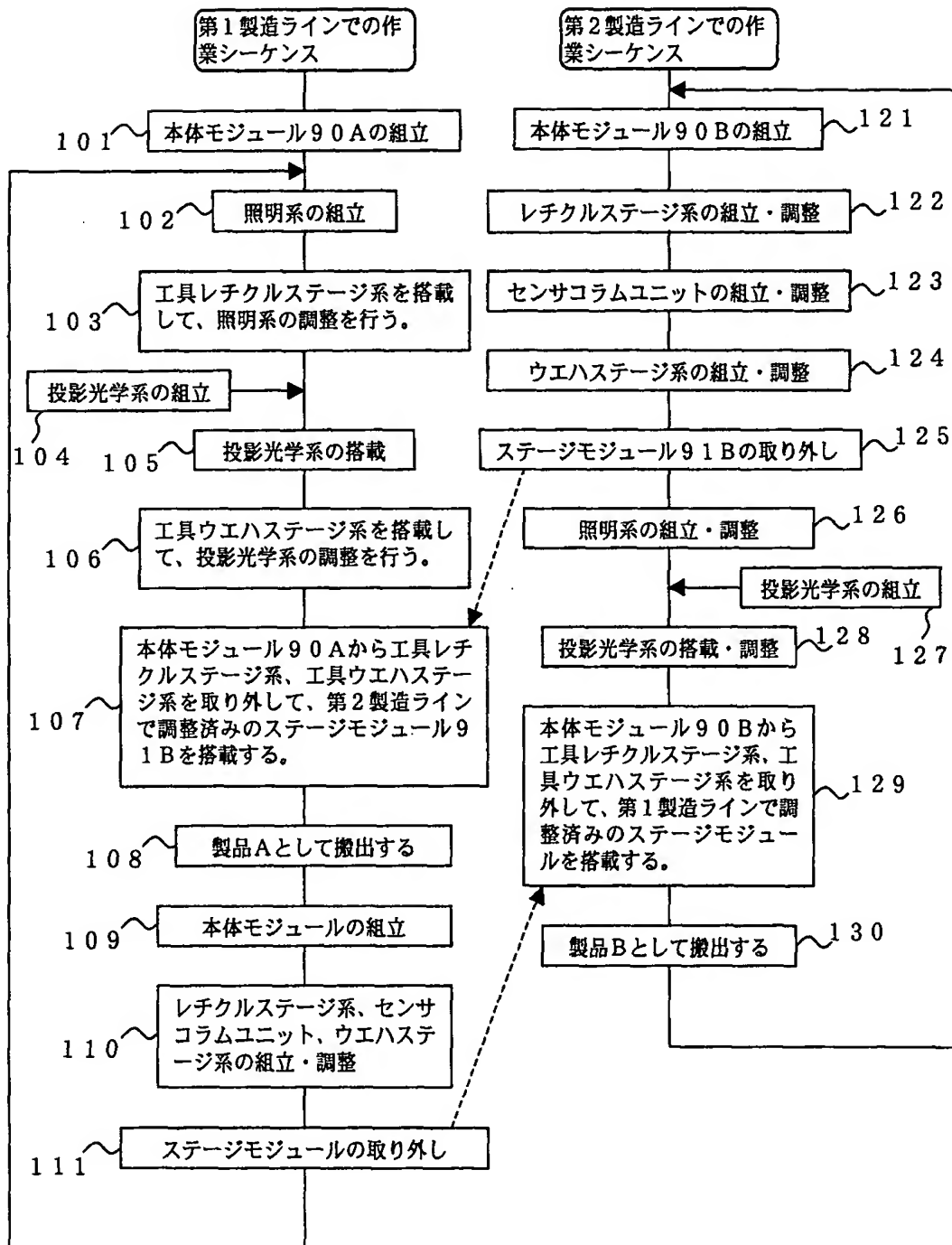
【図7】



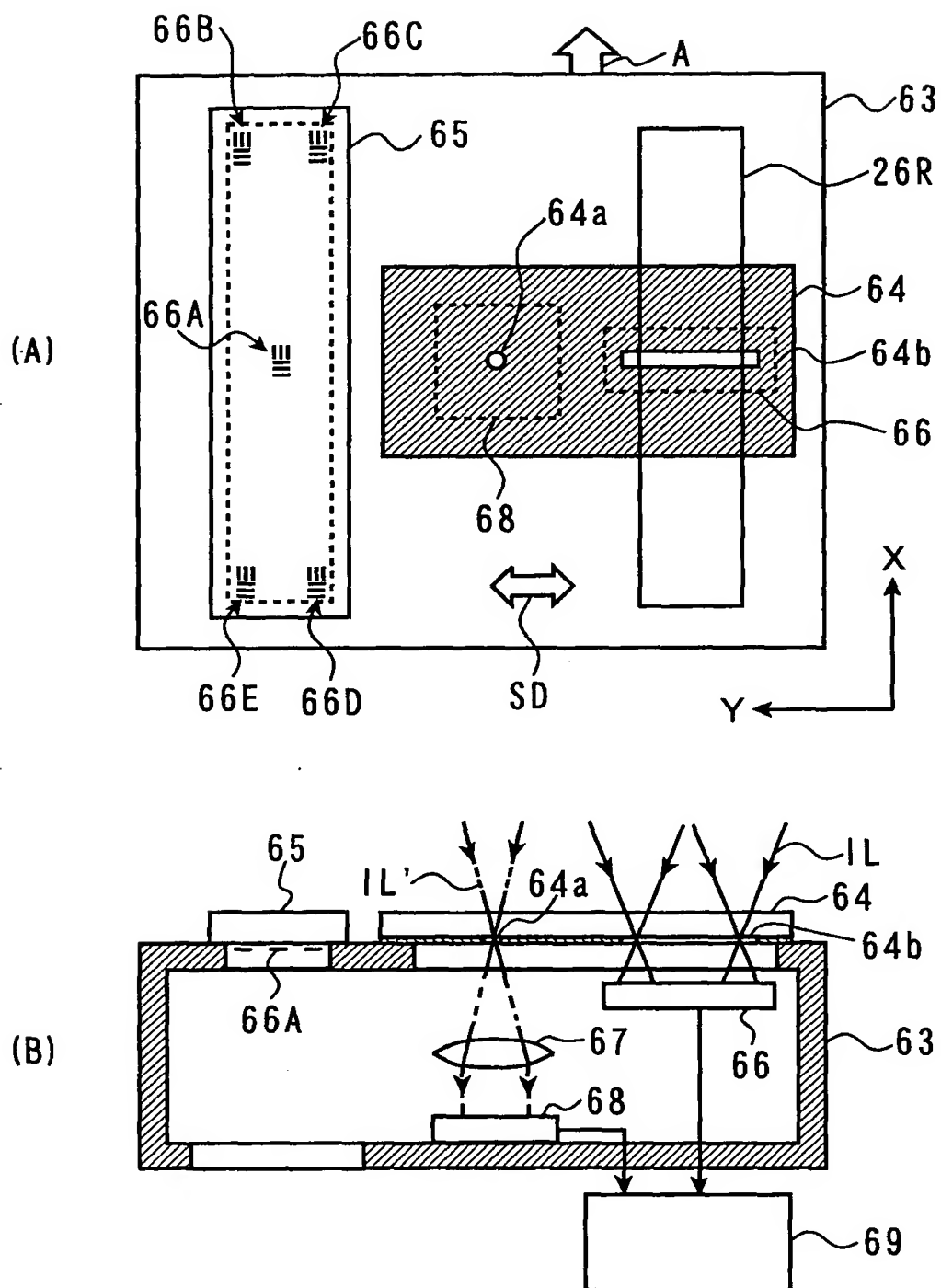
【図 8】



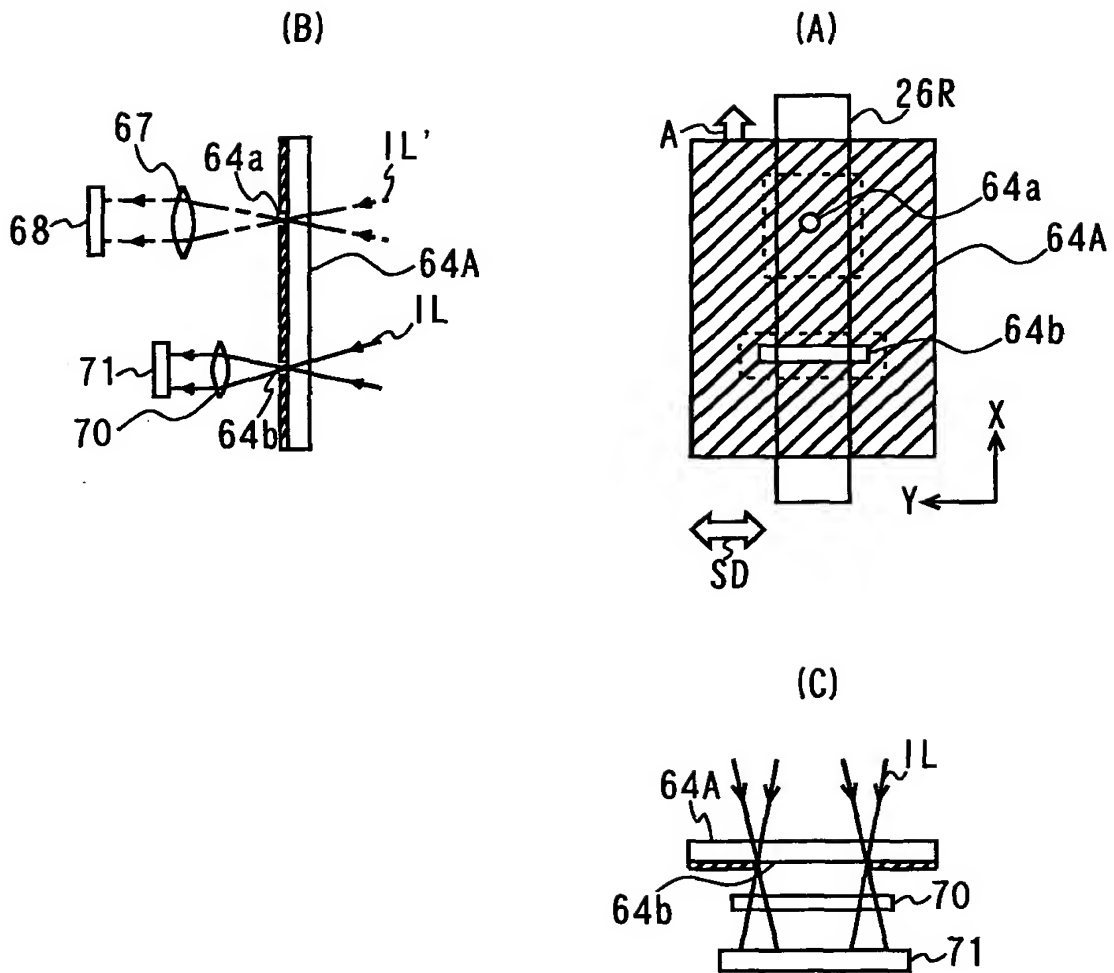
【図 9】



【図 11】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 専用の大型の調整治具を用いることなく、効率的に露光装置を製造する。

【解決手段】 露光光源 1 6 からの露光光で、照明系 I L 1 , I L 2 を介してレチクルステージ系 R S T に保持されているレチクル R 1 を照明し、レチクル R 1 のパターンの像を投影光学系 P L を介してウエハステージ系 W S T に保持されているウエハ W 1 上に投影する露光装置の製造方法である。第 1 の製造ラインにおいて、フレームキャスタ 2、本体支持部 3、及び本体コラム 5 等からなる本体モジュールの組立を行い、この本体モジュールに照明系及び投影光学系 P L の搭載を行う。その後、別の第 2 の製造ラインにおいて別の本体モジュールを用いて組立調整されたステージモジュール（レチクルステージ系 R S T 及びウエハステージ系 W S T）を、その第 1 の製造ラインの本体モジュールに搭載する。

【選択図】 図 1